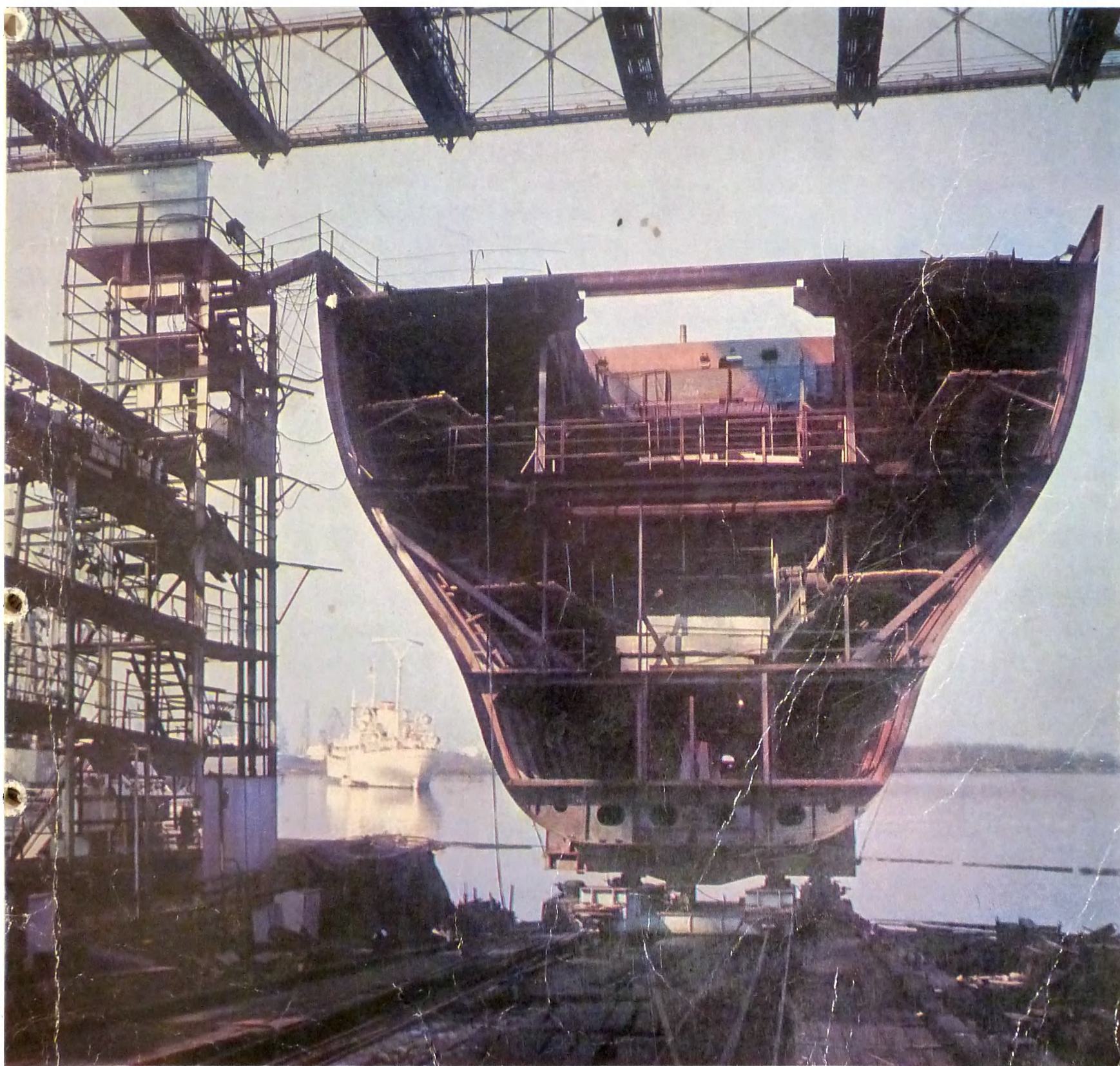


СУДОСТРОЕНИЕ

1972 СЕНТЯБРЬ

9



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ	3	В. А. Панков, П. В. Мальцев. Судно для перевозки контейнеров
	7	Ф. Г. Кайдель, Э. А. Кошкин, А. З. Фридлянский. Приближенное определение массы металлического корпуса судов внутреннего и смешанного плавания
	10	Э. В. Милованов. Современное состояние и тенденции развития судов на подводных крыльях
	17	Г. В. Бойцов. Анализ поперечной прочности крупнотоннажных танкеров
СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ	24	К. Г. Крейчман. Еще раз о макетировании элементов якорных устройств
	25	Государственный аиак качества — судовым лебедкам
СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ	26	Е. В. Бридан, А. С. Ковалева, В. Д. Буряк, В. Д. Долина, М. А. Литвак. Балластная система с распределительным и разгрузочным каналами
	28	А. Н. Майборода. Удельная оценка аэродинамического шума вентиляторов
	31	Н. Ф. Егоров, М. В. Обухов. Исследование шумообразования в элементах трубопроводов воздуха
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	34	М. А. Миселев, Н. П. Петров, А. И. Распутнис. Дизели типа 12ЧН 18/20 для пассажирских судов на подводных крыльях
СУДОВАЯ АВТОМАТИКА	37	Л. Г. Соболев. Средства автоматизации танкеров типа «Аллот» для перевозки вина
	40	Л. Л. Грицай, Р. М. Шумилов. Выбор контролируемых параметров судовых энергетических установок
	43	В. П. Бусыгин, В. А. Залитис. Регулятор нагрузки судового двигателя
ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	46	А. А. Азовцев, Б. Д. Гандин, Г. Р. Гревнин, Н. А. Лазаревский. Электропривод крыльчатых движителей плавкрана «Богатырь»
МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ	49	О. Н. Романов. Комплексная система контроля изготовления радиоэлектронной аппаратуры
ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ	53	Б. И. Морозов. Установка для электрохимической обработки металлов вибрирующим инструментом
	55	Ю. С. Петров. Некоторые особенности приготовления и нанесения цинксаликатных красок
ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ	57	В. М. Михалев. Сормовский завод — Каспию
	61	В. Н. Шевченко. Советские подводные минные заградители
	62	М. Э. Гизе. Мореходные инструменты механика Самойлова
	64	Б. П. Левченко. Модель «Ингерманланда» постройки 1842 г.
	65	Журнал «Судостроение» 40 лет назад
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	66	П. П. Пустынцев. За дальнейшее развитие научно-технического прогресса в судостроении
	69	Пленум Центрального правления НТО
	—	Отчетно-выборная конференция Калининградского правления НТО Судпрома
	70	Совещание по проблемам применения винтов регулируемого шага на турбинных судах
	71	Читательская конференция в Клайпеде
	—	Обсуждение книг по истории судостроения
	72	Память героев — священна
	74	Зарубежная хроника
	23, 33, 45, 48, 52	Обзор иностранных журналов
	56	Обзор книг

Contents

SHIP DESIGN	3	V. A. Pankov, P. V. Maltsev. A vessel for the carriage of containers
	7	F. G. Kandel, A. A. Koshkin, A. Z. Fridlyansky. Approximate determination of the metallic hull mass for inland and inland/deep sea vessels
	10	A. V. Milovanov. Present status and trends in the development of hydrofoil vessels
	17	G. V. Boitsov. Transverse strength analysis of large tankers
HULL GEAR AND AUXILIARIES	24	K. G. Kreichman. Once more on the mocking up of elements of anchor gear
	25	State quality mark for deck winches
SHIPBOARD SYSTEMS	26	E. V. Bridan, A. S. Kovaleva, V. D. Buryak, V. D. Dolina, M. A. Litvak. A ballast system with a distributing and a discharge channel
	28	A. N. Maiboroda. Specific evaluation of aerodynamic noise of fans
	31	N. F. Egorov, M. V. Obukhov. Investigation of noise generation in elements of air ducts
SHIPBOARD POWER PLANTS	34	M. A. Miselev, N. P. Petrov, A. I. Rasputnis. Diesels of 124H18/20 type for passenger hydrofoil vessels
SHIP AUTOMATION	37	L. G. Sobolev. Automation systems for the "Aliot" type wine tankers
	40	L. L. Gritsai, R. M. Shumilov. The choice of regulated parameters for shipboard power plants
	43	V. P. Busygin, V. A. Zalitis. Marine engine load controller
ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	46	A. A. Azovtsev, B. D. Gandin, G. R. Grevnin, N. A. Lazarevsky. Electric drive for vertical-axis propellers of the floating crane "Bogatyr"
MARINE INSTRUMENTS	49	O. N. Romanov. Integrated system for control of radioelectronic equipment manufacture
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNIQUES	53	B. I. Morozov. Installation for electrochemical treatment of metals with a vibrating tool
	55	Yu. S. Petrov. Some peculiarities of preparation and application of zinc silicate paints
HISTORY OF SHIPBUILDING	57	V. M. Mikhalev. The Sormovo shipyard for the Caspian sea
	61	V. N. Shevchenko. Soviet submarine mine-layers
	62	M. A. Gieze. Navigational instruments of mechanic Samoilov
	64	B. P. Levchenko. The model of "Ingermanland" constructed in 1842
	65	The magazine "Shipbuilding" 40 years ago
INFORMATION SECTION	66	P. P. Pustyntsev. For further scientific and technical progress in shipbuilding
	69	Plenary meeting of the Central Board of the Scientific and Technical Society
	—	Election conference of the Kaliningrad Board of the Scientific and Technical Society of Shipbuilding Industry
	70	Meeting on the problems of application of controllable pitch propellers in turbine ships
	71	Readers' conference in Klaipeda
	—	Discussion of books on the history of shipbuilding
	72	Memory of heroes is sacred
	74	Foreign chronicle
	23, 33, 45, 48, 52	Review of foreign magazines
	56	Books review



СУДНО ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ

В. А. Панков, П. В. Мальцев

УДК 629.123.42:656.071.235

Основной проблемой при морских перевозках генеральных грузов является сокращение времени грузообработки судов в портах. Это время составляет примерно 50—60% общей продолжительности рейса. Разнообразие генеральных грузов, значительно отличающихся друг от друга весом, габаритами, объемом, не позволяет осуществить комплексную механизацию грузовых работ, приводит к длительным простоям судов в портах и большой стоимости стивидорных работ. Одним из путей сокращения времени грузообработки судов в портах является переход к контейнерным перевозкам.¹ Стандартизация грузовых мест открывает широкие возможности в области механизации грузовых операций.

Внедрение контейнеризации в морские перевозки позволяет сократить продолжительность стоянки судов в порту в 9—10 раз, а себестоимость перегрузки снизить в 6,5 раза. Контейнеризация позволяет в 8—10 раз увеличить пропускную способность причалов. При этом повышается сохранность груза, сокращаются его потери в процессе перегрузки. Таким образом, преимущества контейнерных перевозок перед обычными способами транспортировки грузов очевидны.

На Херсонском судостроительном заводе начато строительство контейнеровоза для Дальневосточного бассейна (рис. 1). Это будет однопалубное одновинтовое судно с избыточным надводным бортом, с баком и ютом, с бульбообразным носом и транцевой кормой. Машинно-котельное отделение и жилая надстройка расположены в корме. Верхняя палуба седловатости не имеет. Грузовое пространство разделено на пять трюмов с парными люками. Судно спроектировано на класс $1 \star P \frac{4}{T} C [1]$ (контейнеровоз) Регистра Союза ССР. При проектировании были учтены требования основных Международных Конвенций и Правил. Непотопляемость и аварийная остойчивость обеспечены при затоплении одного любого отсека. Испытания модели (рис. 2) показали хорошие мореходные качества судна.

Судно предназначено для перевозки грузов в 10, 20 и 40-футовых контейнерах международного стандарта ISO. Возможна также перевозка 30 рефрижераторных контейнеров на верхней палубе.

За счет уменьшения грузоподъемности дальность плавания судна может быть увеличена до 10 000 миль. Масса твердого балласта, равная 1160 т, обусловлена перевозкой на палубе около $\frac{1}{3}$ всех контейнеров. Балласт в виде смеси чугуной дробы и цементного раствора общей плотностью $5,2 \text{ т/м}^3$ укладывается в междудонные отсеки в районе первого и второго трюмов.

Основные элементы и характеристики судна

Длина, м	
наибольшая	130,2
между перпендикулярами	118,2
Ширина, м	19,2
Высота борта, м	10,4
Осадка по грузовой марке, м	7,5
Валовая вместимость, рег. т	6300
Водоизмещение, т	11 660
Коэффициент общей полноты (по КВЛ)	0,646
Количество перевозимых контейнеров типа 1С (20-футовых)	304
в том числе на палубе	96
Дедвейт, т	5560
Количество балласта при полных запасах, т	1690
в том числе твердого	1160
Мощность главного двигателя, л. с.	6700
Скорость в полном грузу, уз.	~17
Дальность плавания, мили	6500
Число каютных мест на судне	41

Все корпусные конструкции выполнены из низколегированной стали марки 09Г2 с пределом текучести 30 кгс/мм^2 и углеродистой стали марки ВМСтЗСп с пределом текучести 24 кгс/мм^2 . Корпус и надстройки целиком сварные, система набора смешанная. По продольной системе набраны второе дно и днище, по поперечной — борта, верхняя палуба, палубы бака и юта, платформы и оконечности судна. Форштевень выполнен сварным из пруткового и листового материала, ахтерштевень сварен из отдельных литых частей. Для обеспечения жесткости судна на скручивание в районе трюмов борта сделаны двойными. Сосредоточенные нагрузки воспринимаются дополнительными подкреплениями второго дна, внутренних бортов и поперечных переборок.

Грузовые трюмы приспособлены для размещения 20-футовых и спаренных 10-футовых контейнеров. При незначительном переоборудовании третьего, четвертого и пятого трюмов возможна перевозка в них 40-футовых контейнеров. На лючинах трюмов могут перевозиться 10, 20 и 40-футовые контейнеры. За основной вариант принята перевозка 20-футовых контейнеров в трюмах и в два яруса на палубе (рис. 3).

Погрузка контейнеров на судно будет осуществляться вертикальным способом. Для их установки в трюмах предусмотрены ячейки, представляющие собой стальные угольники, раскрепленные

¹ «Судостроение», № 7, 1971.

на поперечных переборках, внутренних бортах и поперечных рамах. Зазоры между угольниками ячеек и контейнерами исключают возможность заклинивания при крене судна до 5° . В верхней своей части угольники имеют направляющие, развал которых в продольном направлении составляет 150 мм на сторону при высоте 500 мм. В поперечном направлении установлены перекидные направляющие, которые позволяют разместить шесть рядов кон-

тейнеров. Привод перекидных направляющих гидравлический. Управление ими осуществляется с переносных пультов.

Настилы второго дна под углами контейнеров имеют фундаменты высотой 60 мм в виде стальных пластин. Палубные контейнеры крепятся к лючкам и между собой в вертикальном направлении с помощью полуавтоматических устройств. Для подключения рефрижераторных контейнеров к

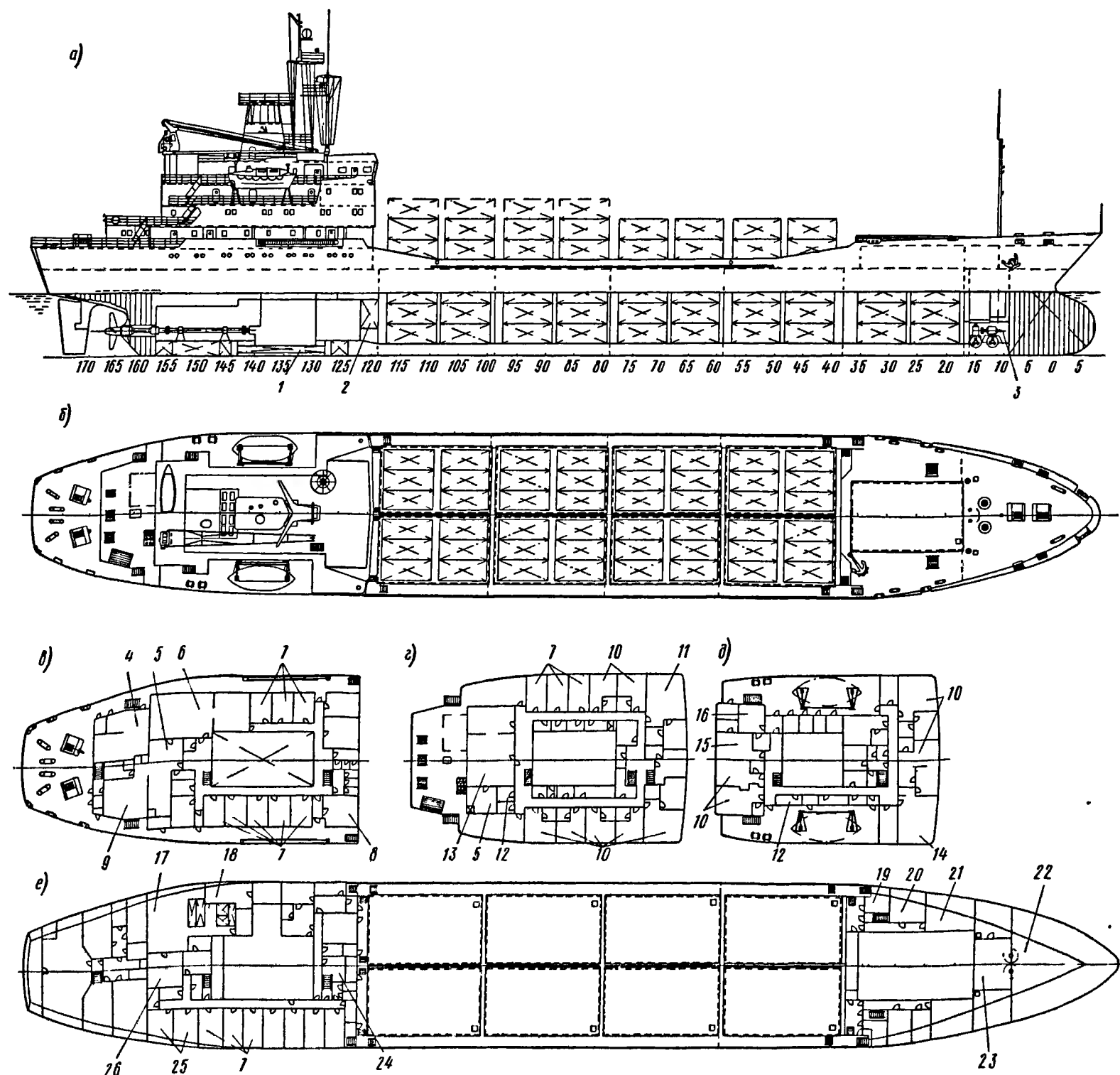


Рис. 1. Общее расположение контейнеровоза: а — продольный разрез; б — вид сверху; в — палуба юта; г — палуба надстройки; д — шлюпочная палуба; е — верхняя палуба.

1 — сточно-циркуляционная масляная цистерна; 2 — топливные баки; 3 — помещение подруливающего устройства; 4 — помещение аварийного дизель генератора; 5 — буфетные; 6 — столовая команды; 7 — каюты рядового состава; 8 — судовая канцелярия; 9 — камбуз; 10 — каюты комсостава; 11 — каюта старшего механика; 12 — вентиляционные; 13 — кают-компания; 14 — каюта капитана; 15 — амбулатория; 16 — изолятор; 17 — помещение рефрижераторных машин; 18 — электротехническая мастерская; 19 — малярная; 20 — плотницкая; 21 — шкиперская; 22 — трюсовая; 23 — шпилевая; 24 — гирокомпасная; 25 — запасные двухместные каюты; 26 — помещение кондиционеров.

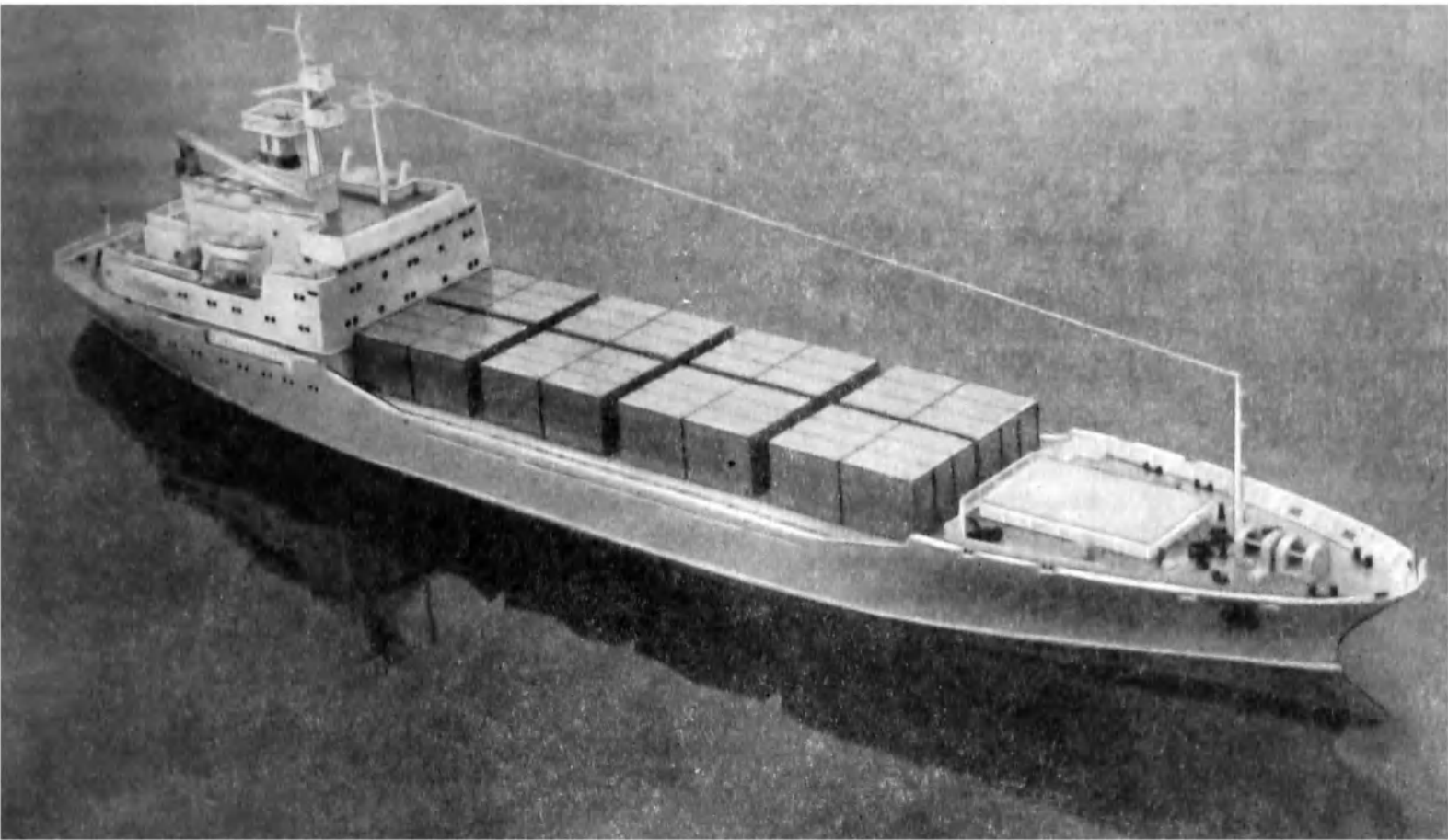


Рис. 2. Модель контейнеровоза.

электрической сети напряжением 220/380 в в районе четвертого и пятого трюмов имеются специальные розетки.

Грузовые трюмы оборудованы парными люками, за исключением первого трюма, имеющего один центральный люк. Все лючины унифицированы, люковое закрытие приводов не имеет и обслуживается береговым контейнерным краном. Конструкция лючин обеспечивает возможность обслуживания их береговым краном и позволяет предусмотреть крепления контейнеров, а также оборудовать полупотайные крышки. Прочность люкового закрытия достаточна для размещения трех ярусов контейнеров.

Одной из основных проблем при проектировании контейнеровозов является обеспечение их остойчивости. Слишком большая остойчивость может привести к повреждению груза в контейнерах. В то же время парусность контейнеровоза значительно больше, чем у обычных сухогрузных судов. Кроме того, очень важно при относительно малой остойчивости сохранить постоянной начальную метацентрическую высоту в течение всего рейса. На строящемся контейнеровозе остойчивость обеспечивается постоянным твердым балластом, принятым в междудонные отсеки, а также соответствующим размещением цистерн жидкого балласта. Как видно из таблицы, при всех состояниях загрузки судна его начальная метацентрическая высота остается практически неизменной. Для контроля начальной остойчивости судна при погрузке предусмотрена креновая система в составе двух бортовых цистерн емкостью по 9 м³ и жидкостного кренометра.

Экипаж судна размещается в одноместных каютах с кондиционированием воздуха. Предусмотрены также три двухместные каюты для практикантов, одна двухместная запасная и каюта для лоцмана. Старший комсостав размещается в четырех блок-каютах, состоящих из кабинета, спальни и санузла, а младший комсостав — в каютах, оборудованных санузлами. Общественные помещения представлены кают-компанией, салоном комсостава,

Посадки и начальная остойчивость контейнеровоза при различных состояниях нагрузки

Схема загрузки судна	D_1 , т	$T_{ср}$, м	T_H , м	T_K , м	Δ , м	h_0 , м
В балласте, 100% запасов	7090	4,82	3,31	6,38	—3,07	1,84
То же, 10% запасов	6920	4,72	3,23	6,27	—3,04	1,85
304 контейнера по 16 т, 100% запасов, рейс 6500 миль	11 655	7,5	7,5	7,5	0	0,40
То же, 10% запасов	11 645	7,49	7,49	7,49	0	0,41
296 контейнеров по 16 т, 100% запасов, рейс 10 000 миль	11 660	7,50	7,48	7,51	—0,03	0,56
То же, 10% запаса	11 377	7,34	7,31	7,36	—0,05	0,42

столовой и салоном команды. На судне оборудован медицинский комплекс, в который входят амбулатория, изолятор, санитарный блок и медицинская кладовая. Камбуз связан лифтами с буфетной кают-компанией и провизионными кладовыми. В распоряжении экипажа имеются спорт-каюта с кладовой спортивного инвентаря и разборный плавательный бассейн.

Объединенная штурманская и ходовая рубка обеспечивает хороший круговой обзор. Для отделки жилых и общественных помещений используется слонистый пластик, а для зашивки переборок в коридорах применяется негорючий материал, облицованный слонистым пластиком.

Грузовое устройство судна представлено одним электрическим краном грузоподъемностью 3,2 т. Судно снабжено двумя станowymi якорями Холла массой по 4 т. Предусмотрен один запасной якорь. Якорные цепи станowych якорей — литые, калибром 57 мм и длиной 275 м. Якорное устройство обслуживается электрическим шпнлем, на баке и юте установлены по две автоматические швартовные лебедки с тяговым усилием $8 \cdot 10^3$ кгс. Кроме того, на баке швартовные операции могут производиться с помощью швартовых барабанов шпнля с тяговым усилием 10^3 кгс, а на корме — с помощью турачек швартовых автоматических лебедок.

и подъем спасательных шлюпок осуществляется с помощью гравитационных шлюпбалок с верхней проводкой троса и электроручных лебедок с тяговым усилием $63 \cdot 10^2$ кгс.

На судне установлен обтекаемый полубалансирный руль с кованым баллером. Электрогидравлическая рулевая машина с номинальным крутящим моментом $4 \cdot 10^4$ кгс·м производит перекладку руля с борта на борт за 30 с. Судно оборудовано авто-рулевым.

Противопожарная водяная система судна выполнена в основном по линейной схеме, а в районе надстройки — по кольцевой. Система обслуживается двумя центробежными насосами производительностью по $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре 80 м и аварийным насосом производительностью $63 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре 80 м. Пожарные рожки расположены так, чтобы к любому очагу пожара подавалось не менее двух струй воды. Для тушения пожара в машинно-котельном отделении и грузовых трюмах используется химическая система, работающая на фреоне-114 В2. Весь запас огнегасящего состава хранится в специальных резервуарах, установленных в станции пожаротушения, где расположен и пост управления системой. Для тушения пожара в помещении аварийного дизель-генератора и малярной кладовой предусмотрены углекислотные батареи.

Балластная и осушительная системы выполнены однолинейными и снабжены дистанционно-управляемой арматурой. Системы обслуживаются двумя насосами производительностью по $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре 30 м. Предусмотрена система очистки льяльных вод, обслуживаемая сепаратором производительностью $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, и двухвинтовым насосом производительностью $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре 40 м.

Все грузовые трюмы оборудованы искусственной и естественной вентиляцией, обеспечивающей трехкратный обмен воздуха каждый час. Электро-вентиляторы установлены в двух отдельных помещениях в носу и в корме судна и имеют дистанционное управление из навигационной рубки. Жилые, общественные и медицинские помещения, а также радиорубка, трансляционная, канцелярии и центральный пост управления обслуживаются одноканальной системой круглогодичного кондиционирования воздуха. В район рабочих мест рулевой рубки, буфетных, камбуза и гирокомпасной воздух будет подаваться от системы кондиционирования. Воздух в помещения поступает через потолочные воздухораспределители, снабженные глушителями и индивидуальными регуляторами. Общая производительность двух кондиционеров, установленных в отдельном помещении, достигает $11\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Холодильная установка системы кондиционирования состоит из двух компрессорно-конденсаторных агрегатов холодопроизводительностью по $90\,000 \text{ ккал}/\text{ч}$ в режиме кондиционирования и работающих на фреоне-12. Холодильная установка поддерживает в провизионных камерах температуру в пределах от плюс 10 до минус 12°C . В состав установки входят три автоматизированных компрессорно-конденсаторных агрегата холодопроизводительностью по $6000 \text{ ккал}/\text{ч}$. Один из трех агрегатов резервный.

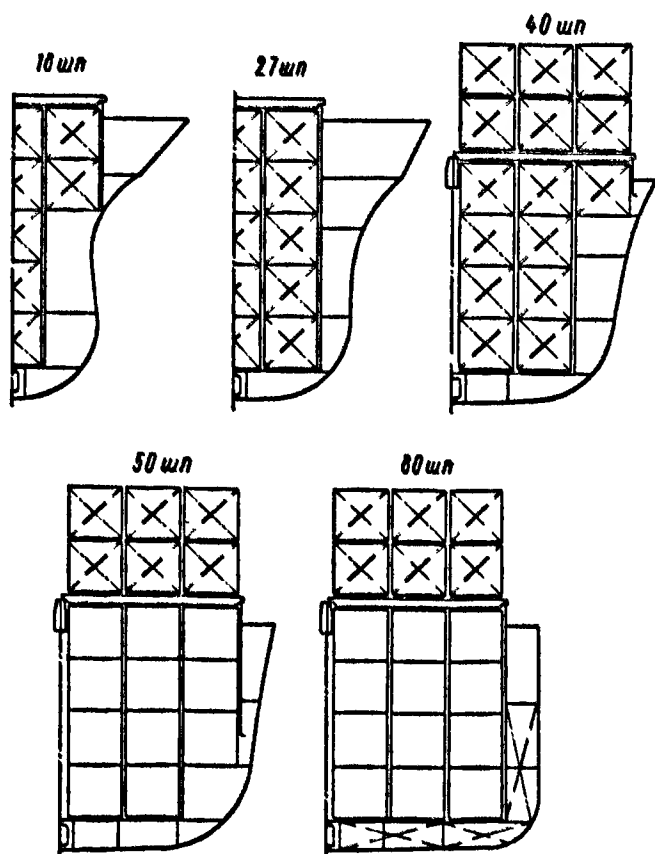


Рис. 3. Схема размещения контейнеров.

В число судовых спасательных средств входят две пластмассовые спасательные шлюпки: моторная вместимостью 55 чел. и с ручным приводом вместимостью 57 чел., а также четыре надувных спасательных плота вместимостью по 6 чел. Кроме того, на судне имеется одна пластмассовая рабочая моторная шлюпка и рабочий плот. Спуск

На судне имеются две автономные цистерны питьевой воды и цистерна мытьевой воды. Предусмотрено аварийное пополнение запасов мытьевой воды с помощью опреснительной установки вакуумного типа. Для ее консервации служит ионатор серебра.

Машинная установка обслуживается одним вахтенным в центральном посту управления (ЦПУ). Вахты в машинном отделении нет. Главный двигатель автоматизирован и снабжен системой дистанционного автоматического управления. Вспомогательные механизмы, обслуживающие главный двигатель, а также механизмы и агрегаты общесудовых и бытовых систем автоматизированы в объеме, обеспечивающем их работу без обслуживающего персонала. В ЦПУ на пульте управления установлены приборы контроля за работой главного двигателя и вспомогательных механизмов. Управление главным двигателем осуществляется из ЦПУ или рулевой рубки. Из ЦПУ предусмотрена возможность дистанционного управления арматурой балластно-осушительной системы.

Главным двигателем судну служит дизель 5ДКРН 62/140-3 Брянского машиностроительного завода. Дизель пятицилиндровый, с турбонаддувом. Длительная эксплуатационная мощность двигателя 6100 л.с. при 140 об/мин и с удельным расходом топлива 157 г/(л.с.ч).

Электроэнергетическая установка судна состоит из трех автоматизированных дизель-генераторов.

Приводами их служат двигатели мощностью по 600 л.с. при 500 об/мин. Генераторы мощностью по 400 квт вырабатывают ток напряжением 400 в. На судне предусмотрен аварийный дизель-генератор с автоматическим пуском. Судовое электрооборудование работает на трехфазном токе напряжением 380 в при частоте 50 гц, а сеть бытовых потребителей — на токе напряжением 220 в.

Пар для судовых нужд на стоянке вырабатывается вспомогательным автоматизированным котлом с большой аккумулирующей способностью, его паропроизводительность 1,6 т/ч при давлении 7 кгс/см². Утилизационный котел, использующий тепло выхлопных газов главного двигателя, имеет паропроизводительность 1,8 т/ч при давлении 7 кгс/см².

Подшипники гребного вала металлические, с масляной смазкой и уплотнением типа «Симплекс». Расположение механизмов, оборудования и грузоподъемных средств машинного отделения предусматривает возможность агрегатного ремонта. Эту же цель преследует панельная прокладка трубопроводов под пайолами.

Судно оснащено современными средствами радиосвязи и навигации. Показывающие приборы навигационного оборудования и средства внутрисудовой связи установлены на пультах судовождения, что дало возможность компактно расположить оборудование в рулевой рубке и обеспечить удобство его обслуживания.

ПРИБЛИЖЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОРПУСА СУДОВ ВНУТРЕННЕГО И СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ

Ф. Г. Кандель, Э. А. Кошкин,
А. З. Фридлянский

УДК 629.12.01.5.001.2

В настоящее время при определении массы металлического корпуса судна на ранних стадиях проектирования широко используются аналитические зависимости. Часть из них получена путем аппроксимации результатов расчета массы корпуса судов, спроектированных по правилам классификационных обществ при вариации размеров и коэффициентов полноты судна [1, 2] и с учетом механических характеристик материала корпуса [3]. Такие зависимости могут быть использованы для расчета массы корпусов судов внутреннего и смешанного плавания.

Корпуса судов внутреннего и смешанного плавания разнообразны по конструктивным типам (рис. 1) и соотношениям элементов (рис. 2). Учет этих особенностей при определении массы корпуса [4] представляется недостаточно полным. Ниже приводятся расчетные формулы для определения массы корпуса, которые учитывают в явном виде

размерения судна, район плавания, материал и основные конструктивные особенности корпуса (расположение двойных бортов, продольных переборок и второго дна, размер люкового выреза и его комингсов), известные в начале проектирования. Формулы основаны на использовании статистиче-

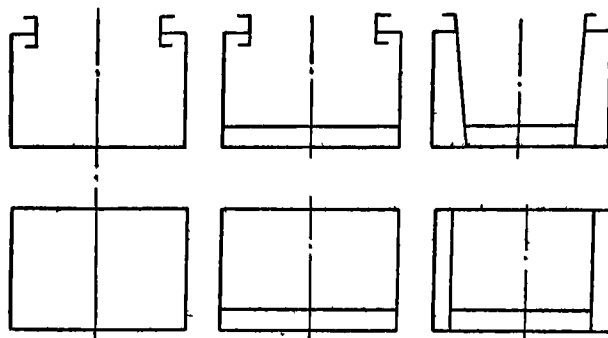


Рис. 1. Конструктивные типы судовых корпусов.

ских данных о соотношениях конструктивных размеров корпусов современных грузовых судов внутреннего и смешанного плавания. Геометрические характеристики сечения и размеры продольных связей выбираются из условия одновременного удовлетворения требованиям к общей прочности и к минимальным толщинам обшивки и настилов.

Площадь сечения корпуса с минимальным моментом сопротивления W может быть определена

через конструктивные размеры и эмпирические коэффициенты по формулам:

при наличии второго дна

$$F = k_1 \frac{W}{H} \left(1 + 2,1 \frac{h_k}{H} \right) + k_2 b_{2d} \delta_{2d}; \quad (1)$$

при отсутствии второго дна

$$F = k_1 \frac{W}{H} \left(1 + 2,1 \frac{h_k}{H} \right) \left(1 + 1,34 \frac{H}{B} \right) + 0,027 H (\delta_{2b} + \delta_n), \quad (2)$$

где k_1 и k_2 находятся по графикам (рис. 3, а, б).

Момент сопротивления сечения относительно наиболее удаленной связи, равный

$$W' = \frac{M_{расч}}{\chi \sigma_T}, \quad (3)$$

обеспечивает выполнение требований к общей прочности при действии расчетного изгибающего момента $M_{расч}$ и при норме допускаемых напряжений $\chi (\sigma_T$ — предел текучести материала корпуса). Однако размеры связей, удовлетворяющие такой величине момента сопротивления, могут оказаться меньшими, чем нормативные минимальные размеры. В этом случае связи необходимо увеличить до требуемых размеров, что приведет к увеличению площади сечения и веса корпуса.

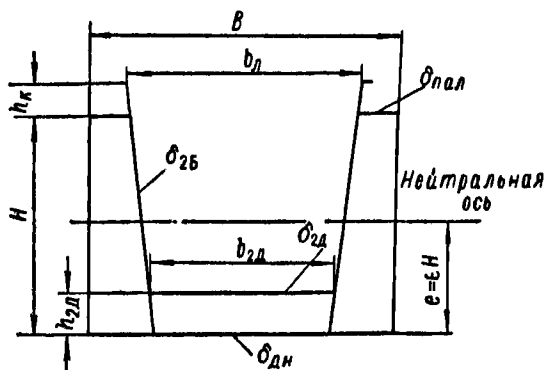


Рис. 2. Элементы сечения корпуса.

B — ширина корпуса, м; H — высота борта, м; b_{2d} , h_k — ширина выреза люка и высота комингса, м; b_{2d} , h_{2d} — ширина и высота второго дна, м; e — расстояние нейтральной оси от основной линии, м; $\delta_{пал}$, $\delta_{дн}$, $\delta_{2д}$, $\delta_{2б}$ — приведенные толщины (с учетом набора) палубы, дна, второго дна, второго борта, см.

Для учета этих обстоятельств воспользуемся соотношениями между моментом сопротивления и приведенными толщинами палубы и дна:

$$\delta_{пал} = \frac{W}{2H} k_2 \left(1 + 2,1 \frac{h_k}{H} \right); \quad (4)$$

$$\delta_{дн} = \delta_{пал} \frac{1 - \epsilon}{\epsilon} \frac{B - b_{2d}}{B}, \quad (5)$$

где значения коэффициента k_2 и относительного отстояния нейтральной оси $\epsilon = \frac{e}{H}$ определяются по графикам (рис. 4, а, б). При отсутствии второго

дна следует принять $\epsilon = 0,5$. Воспользуемся также осредненным соотношением между приведенной толщиной δ и толщиной t пластины (при продольной системе набора):

$$\delta = 1,2t. \quad (6)$$

Тогда моменты сопротивления, соответствующие минимальным толщинам палубы и дна, будут равны:

$$W'' = t_{мин}^{пал} \frac{2,4H^2}{k_2 \left(1 + 2,1 \frac{h_k}{H} \right)}; \quad (7)$$

$$W''' = t_{мин}^{дн} \frac{2,4H^2}{k_2 \left(1 + 2,1 \frac{h_k}{H} \right)} \frac{1 - \epsilon}{1 - \epsilon} \frac{B}{B - b_{2d}}. \quad (8)$$

В качестве расчетной величины W выбирается наибольшая из определяемых по формулам (3), (7)

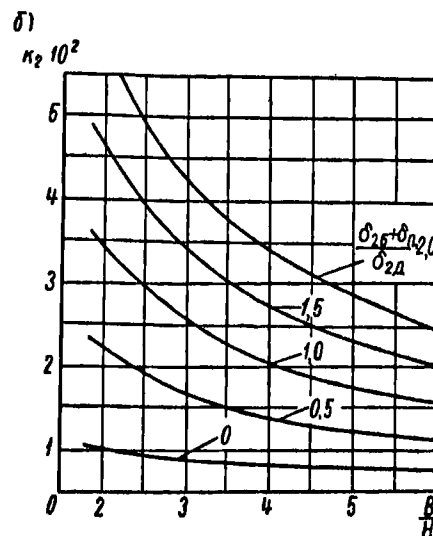
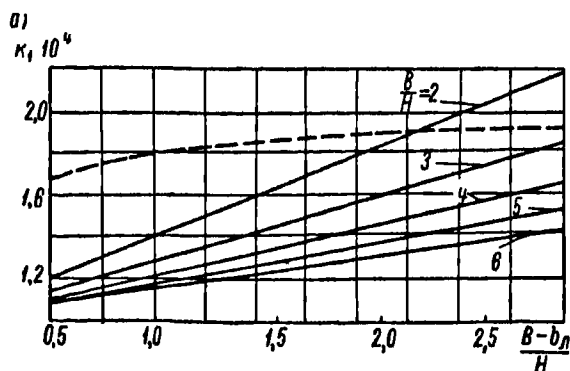


Рис. 3. Графики для определения коэффициентов k_1 и k_2 .

— — — при отсутствии второго борта и продольных переборок; — во всех остальных случаях; $\delta_{п}$ — приведенная толщина продольных переборок, см.

и (8). Если определяющим оказывается условие (3), необходимо проверить по формулам (4) — (6), не превосходят ли расчетные толщины практически приемлемых значений. В противном случае величина W' должна быть уменьшена за счет применения стальных повышенной прочности для наиболее нагруженных связей корпуса.

В качестве расчетной величины изгибающего момента $M_{расч}$ принимается большая из двух величин: либо суммарный момент на волнении

$M_{т.в} + M_{в}$, либо наибольший момент при выполнении грузовых операций $M_{гр}$. Волновой изгибающий момент определяется по формуле

$$M_{в} = C \delta \left(2 - \frac{T}{0,05 L} \right) B L^2 \cdot 10^3,$$

где L , T — длина и осадка судна в грузу;
 δ_0 — коэффициент общей полноты;
 C — коэффициент, зависящий от длины судна и его района плавания (класса) (рис. 5).

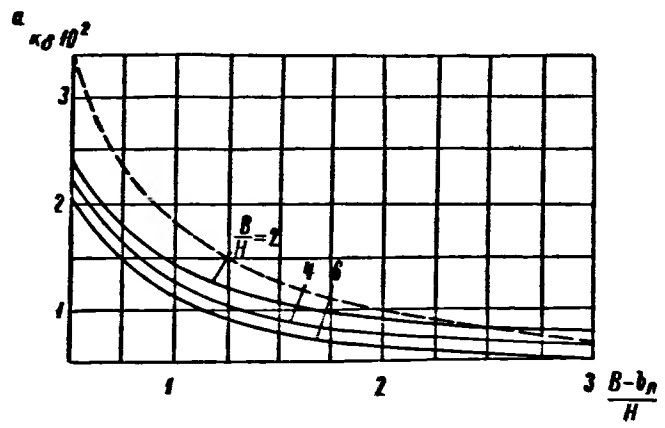


Рис. 4. Графики для определения коэффициента k_z и относительного отстояния нейтральной оси z от основной.
 --- при отсутствии второго борта и продольных переборок; — во всех остальных случаях.

Такая величина волнового момента при норме допускаемых напряжений $\kappa=0,7$ обеспечивает соот-

ветствие стандарта общей прочности проекти уемого корпуса требованиям современных нормативных документов.

Таблица 1

Тип судна	Значения коэффициента k_z			
	Класс судна			
	II-СП	М-СП	М	О Р
Сухогрузные суда	1,9	1,6	1,5	1,4
Танкеры	1,7	1,4	1,3	1,3

Изгибающий момент на тихон воде имеет, как правило, бóльшую величину в балласте, чем в грузу, и определяется по формуле

$$M_{т.в} = \frac{D_{622} L}{k},$$

где k — коэффициент, имеющий следующие средние значения: для несамоходных судов $k=40$, для самоходных сухогрузных судов $k=50$, для наливных $k=30$.

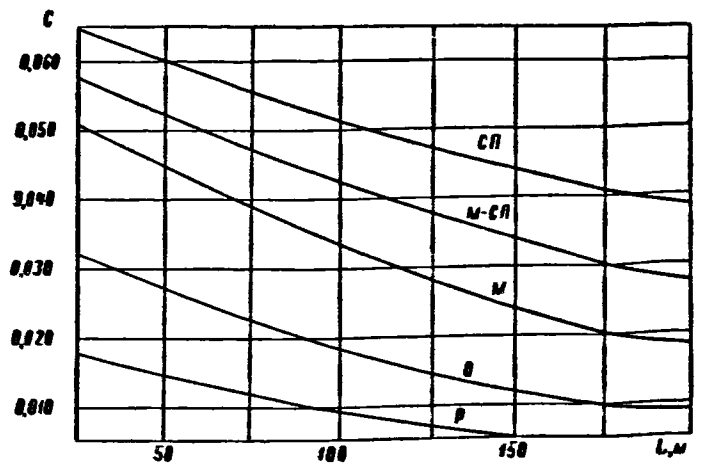


Рис. 5. Зависимость коэффициента C от длины судов различных классов.

Значения изгибающего момента в процессе выполнения грузовых операций могут оказаться зна-

Таблица 2

Расчетные и фактические значения массы корпуса судов внутреннего и смешанного плавания

Тип судна	Класс	$L \times B \times T \times H$, м	$\frac{k_z}{H}$	$\frac{B-b_R}{H}$	b_{2R} , м	δ_{2R} , см	$\frac{\delta_{20} + \delta_{II}}{\delta_{2R}}$	$P_{к} [LBH, т/м^3]$	
								по формуле	фактические значения
«Балтийский»	II-СП	92×13×3,5×5,5	0,127	0,67	11,3	1,15	0,91	0,103	0,104
«Сормовский»	М-СП	110,5×13×3,5×5,5	0,149	0,73	11,2	1,26	0,85	0,095	0,096
«Волго-Балт»	М-СП	110×13×3,5×5,5	0,127	0,67	11,3	1,15	0,91	0,102	0,097
«Волгонефть»	М-СП	129×16,5×3,5×5,5	0	3,0	16,5	0,84	1,80	0,078	0,079
«Волго-Дон»	М	135×16,5×3,5×5,5	0,155	0,62	12,2	1,02	1,02	0,069	0,075
«Бухтармагэс»	О	106,8×13×3,2×4,8	0	0,27	13,0	0,97	0,50	0,069	0,079
Теплоход грузоподъемностью 1500 т	О	96×12,5×2,1×3,4	0,330	0,73	10,0	0,80	0,69	0,078	0,084

чительными. Для самоходных сухогрузных судов наибольшая величина

$$M_{гр} = \frac{D_{пор}L}{11},$$

где $D_{пор}$ — водоизмещение порожнем, а для несамоходных

$$M_{гр} = \frac{D_1L}{22},$$

где $D_1 = D_{пор} + 0,3P_{гр}$ — водоизмещение с 30% груза.

Продольные связи, площадь сечения которых определяется по формулам (1) и (2), составляют основную часть массы корпуса. Остальное приходится на долю поперечного набора, поперечных переборок и оконечностей. Масса корпуса и площадь F связаны следующим соотношением:

$$P_k = \gamma FLk_3, \quad (9)$$

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Э. В. Милованов

УДК 629.125.8+313

Двадцать лет назад на водные пути вышло первое в мире судно на подводных крыльях (СПК). В настоящее время во всем мире насчитывается более тысячи СПК, из них свыше 80% построено в Советском Союзе [1—3].

Длительное время водный транспорт оставался наиболее отсталым по скорости движения. Быстрое наращивание скоростей на земле и в воздухе грозило лишить суда их роли в общей системе транспортных перевозок. Средние скорости на воде оставались равными 15—20 уз, тогда как наземный транспорт достиг скоростей 200 км/ч, а воздушный — преодолел звуковой барьер. Даже значительное увеличение мощности энергетических установок водоизмещающих судов дает малоощутимое приращение скорости свыше 20—30 уз. Как известно, это обусловлено кубической зависимостью между скоростью хода и буксировочной мощностью, а следовательно, и мощностью на валу двигателя, выражающейся формулой

$$N_e = \frac{D^{3/2} V^3}{C}.$$

Очевидно, что решение проблемы скорости водного транспорта следовало искать в принципиально новых идеях. Так появилась мысль поднять корпус судна над водой. При этом исчезает главная составляющая полного сопротивления дви-



Рис. 1. Японский 14-местный катер на подводных крыльях SF-30.

где γ — плотность материала корпуса;

k_3 — коэффициент, зависящий от типа и класса судна (табл. 1).

Приведенные в табл. 2 данные свидетельствуют об удовлетворительном согласовании расчетных и фактических (проектных) значений массы металлического корпуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашик В. В., Лавкин Н. П., Ерохова Н. С. Расчет массы корпуса сухогрузных судов. — «Судостроение», 1970, № 6.
2. Hagen E., Johnsen I., Øvrebo B. Hull Steel Weights of Large Oil Tankers and Bulk Carriers. — "European Shipbuilding", 1967, vol. 16, No 6.
3. Конторович Б. М. Определение веса металлического корпуса танкеров в первом приближении. — «Судостроение», 1967, № 6.
4. Половинкин В. В. Определение веса металлического корпуса сухогрузных теплоходов в зависимости от главных размерений и условий прочности. — Труды ГИИВТа, вып. 44, М., «Речной транспорт», 1962.

жению — волновое сопротивление. Средствами достижения этого могли стать подводные крылья или воздушная подушка.

Первый патент на лодку с подводными крыльями был выдан в 1891 г. во Франции русскому подданному Ламберту. Результаты последующих исследований в разных странах позволили канадским инженерам Беллу, Болдуину и Родсу создать в 1918—1919 гг. катер на подводных крыльях HD-4



Рис. 2. Советский морской пассажирский катер на подводных крыльях «Невка».

водоизмещением 5 т. Этот катер был долгое время обладателем мирового рекорда скорости на воде, равного 61,5 уз. Следующий этап развития СПК ознаменован разработкой теоретических основ их проектирования. Большой вклад в теорию СПК внесли в 30-х годах советские ученые М. В. Келдыш, М. А. Лаврентьев, Н. Е. Кочин, А. И. Владимиров и др. Серьезные работы выполнялись немецкими исследователями Г. Шертелем, О. Титенсом и Саксенбергом. Последние два десятилетия связаны с практическим использованием крылатых судов на внутренних водных путях и на морских линиях.

Эффект подводных крыльев обусловлен свойством неразрывности потока жидкости. Верхней и нижней плоскостям крыла придают разную кривизну, так что верхняя линия профиля оказывается длиннее нижней. При движении жидкость обтекает верхнюю плоскость с большей скоростью, чем нижнюю, и сверху образуется зона разрежения. В результате перепада давлений создается подъемная сила. Разработка теоретических основ СПК позволила приступить к их серийному строительству. В Советском Союзе суда нового типа вышли на регулярные линии в 1957 г. Советские теплоходы «Ракета», «Ме-

теор», «Беларусь», «Комета», «Стрела», «Вихрь», катер «Волга» и другие известны не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. Значительный вклад в развитие нового типа судов был сделан коллективом горьковских конструкторов под руководством докт. техн. наук Р. Е. Алексеева. О популярности советских СПК говорит тот факт, что на III Международной конференции, посвященной перспективам хозяйственного использования СВП и СПК (Лондон, 21—22 октября, 1970 г.), судам советской постройки было посвящено несколько докладов [3, 4].

«Первое поколение» крылатых судов, строившихся в 50-х и начале 60-х годов, предназначалось для эксплуатации на реках и озерах. Незначительные усовершенствования позволили использовать их на прибрежных морских линиях. К числу таких судов относятся СПК типов «Комета», «Стрела», «Вихрь», РТ 20/59, РТ 50 и др. Их мореходность ограничивается тремя-четырьмя (в отдельных случаях пятью) баллами волнения. Весьма показательным в отношении мореходности СПК был переход одного из модернизированных крылатых судов «Комета-М» вокруг Европы. Рейс протяженностью 11 500 миль (с заходами в тридцать четыре порта пятнадцати стран) продолжался с мая по сентябрь 1971 г. В пути судно попало в пятибалльный шторм. По отзывам экипажа, «Комета-М» прекрасно вела себя на волнении. Иностранцы отмечали успех длительного рейса советского крылатого судна, увенчавшегося, в частности, заказами на эти СПК [5].

Дальнейшее развитие крылатых судов связано с выходом их в открытое море. Это повышает требования к мореходности СПК, мощности и прочностным характеристикам. Ведущее положение в создании этих судов занимают СССР и Швейцария. Италия и Япония, как и прежде, осуществляют строительство СПК по лицензиям швейцарской фирмы Супрамар. Одновременно они делают попытки создания собственных морских СПК (рис. 1). США и Канада в своих работах преследуют в большей степени военные цели.

Реализация потенциальных возможностей нового вида морского транспорта связана с решением ряда проблем. Главные из них — это создание мореходных крыльевых систем и малогабаритных энергетических установок высокой мощности. Мореходная крыльевая система должна иметь регулируемую величину подъемной силы. Последняя зависит от плотности морской воды, скорости набегающего потока и площади крыла и выражается формулой

$$Y = C_y \rho \frac{V_0^2}{2} F,$$

где C_y — коэффициент подъемной силы.

При ходе на крыльях подъемная сила равна весу судна, т. е. $Y=D$. Одновременно на крыло действует сила сопротивления, зависящая от тех же факторов, что и подъемная сила. Отличие заключается лишь в величине коэффициента сопротивления. На значения коэффициентов подъемной силы и сопротивления влияют форма профиля крыла, угол атаки, удлинение крыла и его относительное погружение. Отношение подъемной силы к силе сопротивления называется гидродинамическим качеством крыла. Чем выше это качество, тем совершеннее крыло.

На первом этапе были разработаны различные профили подводных крыльев. В дальнейшем на практике стали применять два профиля: плоско-выпуклый и несимметричный двояковыпуклый. Плоско-выпуклый профиль широко используют для малопогруженных и полупогруженных крыльев. Первые разработаны в Советском Союзе.

Автостабилизация малопогруженных крыльев происходит за счет влияния близости свободной поверхности. В рабочем режиме толщина слоя воды над верхней (засасывающей) плоскостью должна быть примерно равной хорде крыла. При меньшей толщине воздух из атмосферы просачивается к крылу, в результате чего перепад давления и подъемная сила резко снижаются. Обратная картина наблюдается, если крыло погружается при набегающей волне. Использовать малопогруженные крылья на морских судах нецелесообразно из-за их «чувствительности» к волнению. Но в условиях прибрежных морских рейсов такие крылья после некоторого усовершенствования позволяют преодолевать волнение силой 3—4 балла [1].

Полупогруженные крылья, пересекающие поверхность воды, широко применяются на зарубежных СПК. Концевые



Рис. 3. Пассажирское судно итальянской постройки «Сифлайт» Н.57.

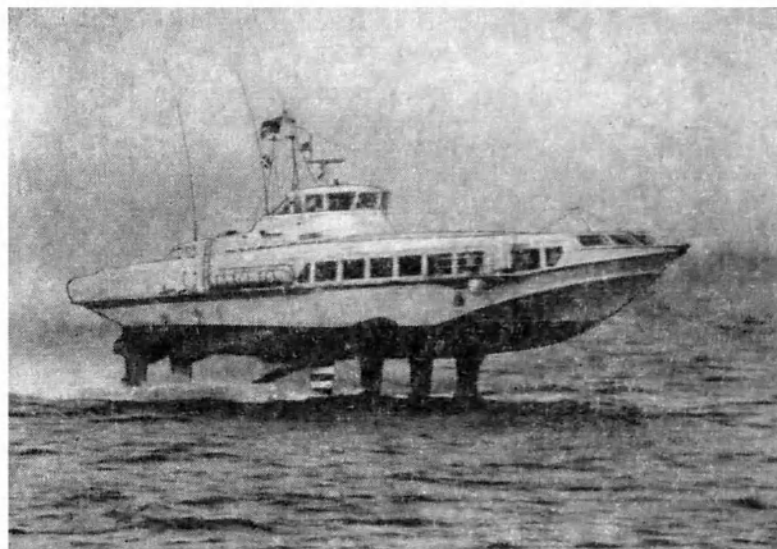


Рис. 4. Советское судно на автоматически управляемых подводных крыльях «Тайфун».



Рис. 5. Корабль на подводных крыльях США «Флагстаф» в водоизмещающем положении с поднятыми крыльями.

участки таких крыльев выступают над водой. Подъем или погружение их во время движения ведет к уменьшению или увеличению площади смоченной поверхности. В зависимости от этого падает или возрастает подъемная сила, т. е. осу-

ществляется автостабилизация судна. Полупогруженные крылья характерны для проектов фирмы Супрамар. В Советском Союзе аналогичные крылья установлены на морском прогулочном катере «Невка» (рис. 2), а также на СПК «Стрела». Для повышения стабилизирующих качеств крылу придают

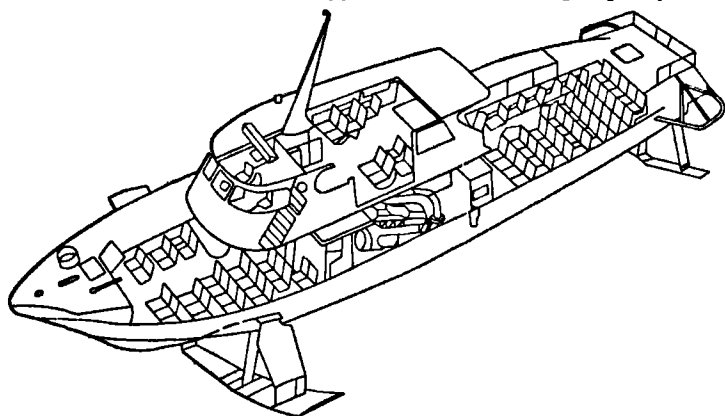


Рис. 6. Судно на подводных крыльях РТ 50 фирмы Супрамар.

разную килеватость (угол развала) в глубокопогруженной и пересекающей водную поверхность частях [6, 7]. Например, такое крыло используется в качестве носового на СПК РТ 50 фирмы Супрамар.

Крыло, пересекающее поверхность воды, состоит из малопогруженных и глубокопогруженных участков. Для увеличения площади глубокопогруженных участков, не подверженных влиянию волнения, применяются горизонтальные элементы крыла. Подобные крылья установлены на СПК типа РТ 20, итальянском Н.57 (рис. 3) и некоторых других. Исключить влияние волнения на ходкость судна в открытом море можно с помощью глубоко и полностью погруженных крыльев. Это означает, что глубина погружения крыла на всех режимах работы должна превышать величину хорды профиля. Профиль глубокопогруженных крыльев, как правило, двояковыпуклый. Постоянное значение подъемной силы в этом случае обеспечивается принудительным изменением угла атаки. Для морских СПК «второго поколения» в последние годы успешно

внедряется система автоматического управления углом атаки крыльев. Специальные датчики следят за положением крыла относительно водной поверхности, подавая сигналы на управляющие механизмы. Последние регулируют угол атаки крыла или положение закрылков. Закрылки, в частности, применены

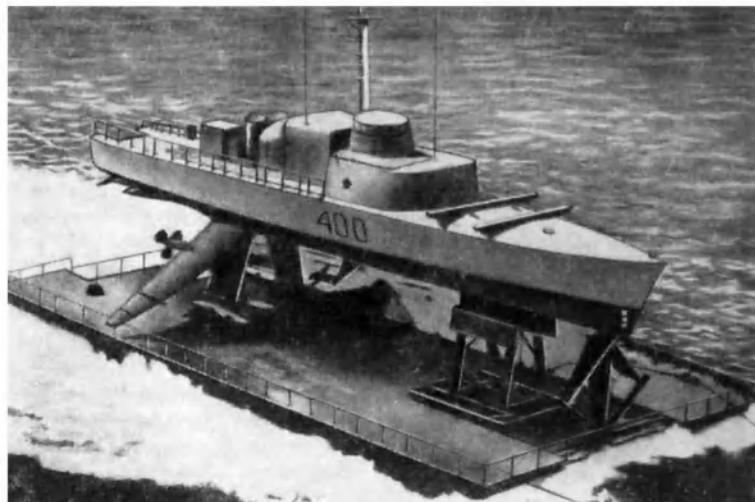


Рис. 8. Экспериментальный корабль на подводных крыльях FNE-400 «Бра д'Ор».

на советском СПК «Тайфун» (рис. 4). Автоматически управляемые закрылки обеспечивают плавный ход СПК и постоянную величину клиренса, равную 1,5 м. Эксплуатационная скорость судна составляет 42 уз на спокойной воде и 38 уз при волнении 4 балла. Предельная мореходность судна — 5 баллов [8, 9].

Кроме Советского Союза большие работы по созданию полностью погруженных автоматически управляемых подводных крыльев ведутся в США. Такими крыльями оборудованы СПК «Долфин» [10] и его военный вариант «Флагстаф» (рис. 5), а также «Хай Пойнт» и «Тэкамари». Последний является артиллерийским кораблем и находится в строю с 1967 г. Очевидно, опыт его эксплуатации оказался удачным, поскольку он используется американскими специалистами в качестве прототипа для новых проектов. На основе «Тэкамари» компания Боннг разработала перспективную программу создания СПК водоизмещением 540 и 4400 т [11]. «Тэкамари» послужил также прототипом для итальянского ракетного катера «Алинави» водоизмещением 50 т и американского проекта пассажирского парома на 300 чел. Для демонстрации возможностей корабля на подводных крыльях в 1971 г. был совершен рейс «Тэкамари» по западноевропейским странам [12].

Крыльевые системы с автоматическим управлением пока очень дороги, сложны в эксплуатации, недостаточно надежны. По величине гидродинамического качества они в полтора-два раза уступают системам с фиксированными крыльями [1]. Тем не менее автоматическое управление считается наиболее перспективным для морских СПК. Опыт показывает, что с его помощью можно преодолевать волны высотой 4 м и больше.

В настоящее время получает также развитие крыльевая система с искусственной подачей воздуха к крыльям (известная как система «Шергель—Супрамар»). Принцип ее основан на изменении коэффициента подъемной силы C_y путем подачи воздуха на плоскость крыла. Обо-

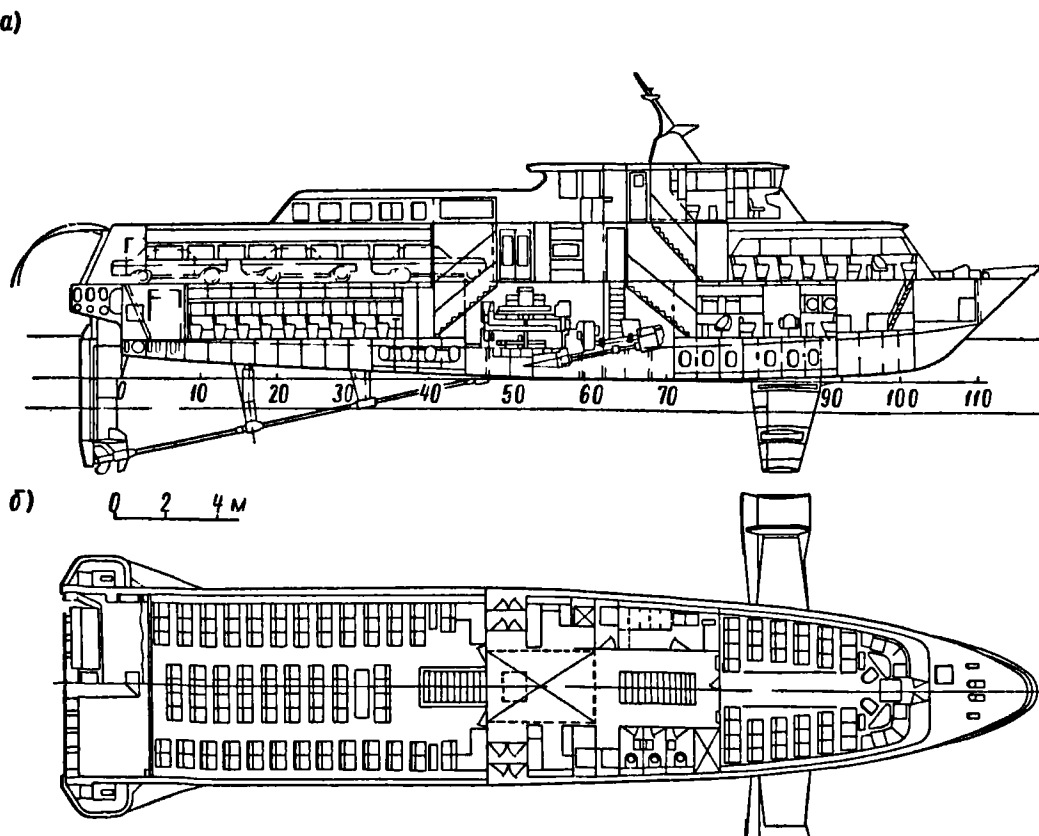


Рис. 7. Пассажирско-автомобильный паром на подводных крыльях норвежской постройки PTS 150MkIII «Куин оф Уэйкс» (проект фирмы Супрамар): а — продольный разрез; б — план главной палубы.

печив расчетную величину воздушного потока и регулируя его, можно управлять величиной C_u , достигая таким образом стабильного хода судна на волнении. Искусственная «вентиляция» крыла ведет также к некоторому повышению гидродинамического качества СПК при докавитационных скоростях

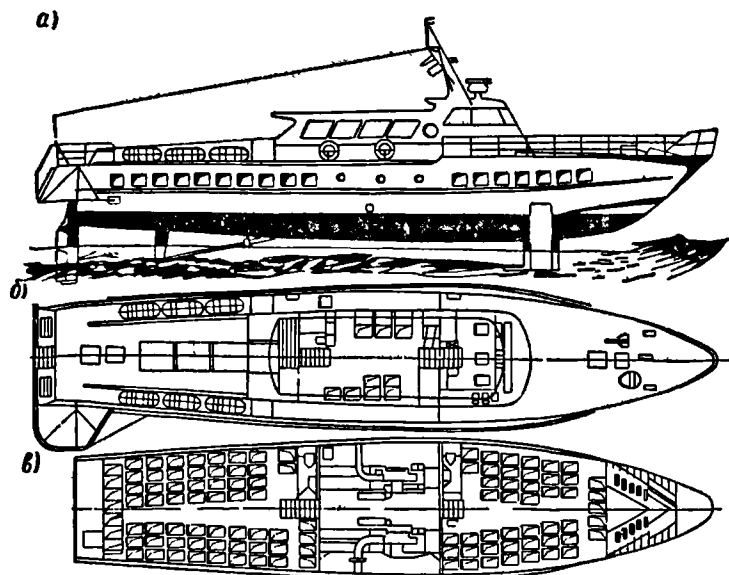


Рис. 9. Итальянский 125-местный пассажирский паром на подводных крыльях RH 140: а — боковой вид; б — план главной палубы; в — план салона и машинного отделения.

(до 50 уз). В процессе «вентиляции» происходит перемешивание воздуха с водяным потоком, который при этом не отрывается от крыла. Турбулентность в пограничном слое увеличивается, сам слой утолщается и отклоняется. Длина профиля за счет слоя воздуха позади крыла как бы увеличивается.

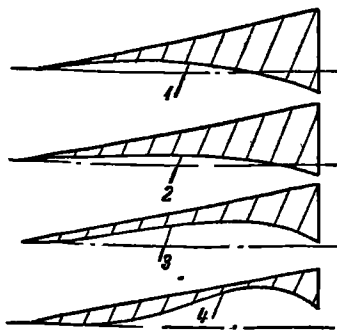


Рис. 10. Профили суперкавитирующих подводных крыльев. 1 — с круговой кривизной нагнетающей поверхности; 2, 3, 4 — с кривизной второго, третьего и пятого порядков.

Это приводит к повышению циркуляции воды вокруг профиля, перераспределению давления и изменению подъемной силы. При скоростях выше кавитационных увеличения гидродинамического качества можно достигнуть за счет формы и размеров кавитационных полостей [1].

Теория, дающая объяснение эффекту «вентиляции» крыльев, сейчас разрабатывается [13]. Метод «вентиляции» был практически реализован на одном из СПК РС 50 фирмы Супрамар (рис. 6). Испытания показали улучшение мореходных качеств судна: уменьшились крен (до 48%), дифферент (до 66%), вертикальные ускорения (до 40%), повысилась скорость хода на волнении и уменьшился диаметр циркуляции [14]. Однако на тихой воде скорость снизилась, СПК показало малую инерционность новой системы [15]. Крылья с искусственной «вентиляцией» установлены на крупных пассажирских СПК PTS 150 Mk III «Куин оф Уэйвс» и «Принсес оф Уэйвс» (рис. 7).

Новый способ стабилизации качки нашел применение также на канадском экспериментальном корабле на подводных крыльях «Бра д'Ор» (рис. 8). Его пово-

ротное носовое крыло, являющееся вспомогательным, снабжено системой «вентиляции». Крыльевая схема корабля известна под названием «утка». В отличие от традиционной схемы несущим здесь служит кормовое крыло, установленное на 1/4 длины корпуса от кормы. С точки зрения американских и канадских специалистов, такая схема обеспечивает высокую степень продольной устойчивости движения на волнении. Обусловливается это мягкой характеристикой носового вспомогательного крыла с медленным изменением величины подъемной силы при меняющейся глубине его погружения. Напротив, кормовое крыло, пересекающее водную поверхность, имеет жесткую характеристику роста подъемной силы при увеличении глубины погружения. Практическое постоянство этой характеристики позволяет легко регулировать подъемную силу носового крыла подачей воздуха. Небольшое приращение подъемной силы обуславливает (в случае дифферента) появление восстанавливающего момента относительно центра тяжести, смещенного к кормовому крылу. Этот момент оказывается достаточным, чтобы привести угол атаки несущего крыла, а с ним и подъемную силу к расчетной величине.

Описанная выше система искусственной «вентиляции» крыла считается более приемлемой для морских СПК, чем автоматическая система управления. Ее преимущества заключаются в меньшей сложности и большей простоте обслуживания, меньшей стоимости и высокой надежности. Для СПК «второго поколения» предложена еще одна крыльевая система. Эта система, известная под названием «Гамильтон Стандарт», представляет собой двухосевое поворотное W-образное крыло, пересекающее водную поверхность. Такие крылья применены на новой серии крылатых судов типа RHS итальянской компании Родригес (рис. 9). Крыло крепится на подшипниках вала, проходящего поперек корпуса судна. Это позволяет менять угол атаки α . Крыло не отклоняется под действием напора воды благодаря установке специального механизма, реагирующего на ударные нагрузки, что способствует повышению живучести крыльев.

С появлением СПК скорость движения на воде возросла до 30—35 уз. В перспективе ожидается ее увеличение еще не менее, чем в два раза. Уже теперь разрабатываются проекты СПК со скоростями хода до 70 уз. Но для их достижения необходимо преодолеть кавитационный барьер. Явление кавитации наступает в тот момент, когда давление на засасывающей поверхности становится ниже давления насыщенных паров воды. Конденсация паров вызывает эрозию поверхности крыла в месте замыкания кавитационной полости (каверны). Эрозия поверхности и снижение гидродинамического качества крыла ведут к снижению величины подъемной силы. Существуют два способа решения кавитационной проблемы. Во-первых, можно отдалить момент наступления кавитации до высоких скоростей, лежащих за пределами расчетного режима. Во-вторых, можно «растянуть» кавитационную каверну на всю длину профиля, так чтобы ее замыкание происходило на

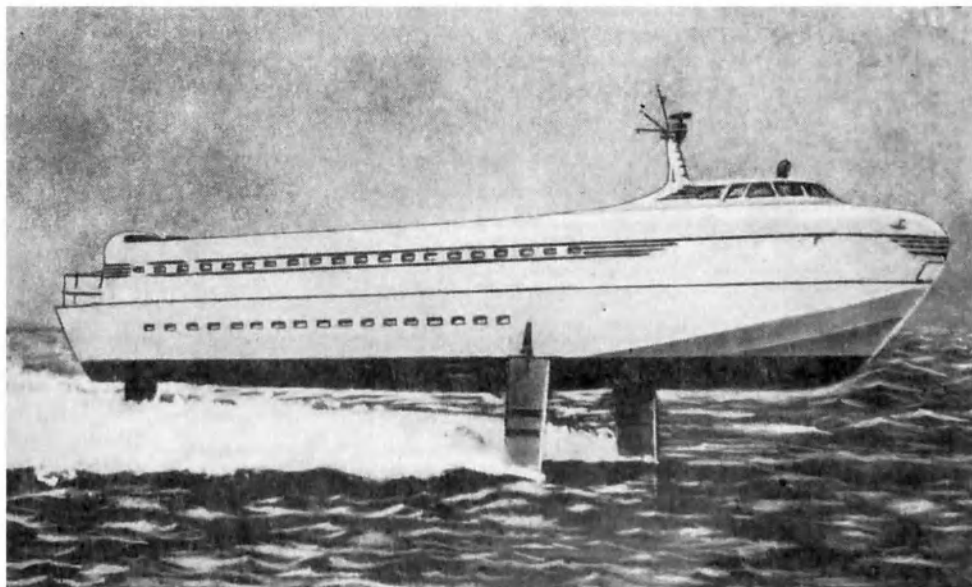


Рис. 11. Эскизное изображение французского морского пассажирского парома SA-800 на 200 чел. с полностью погруженными автоматически управляемыми крыльями.

крылом. Второй путь оказался более перспективным. Использование так называемого «суперкавитирующего» режима позволяет развивать высокие скорости без снижения гидродинамического качества крыла. Еще в 30-х годах выяснилось, что носовая острая кромка профиля способствует скорейшему отрыву пограничного слоя от поверхности. Образующаяся при

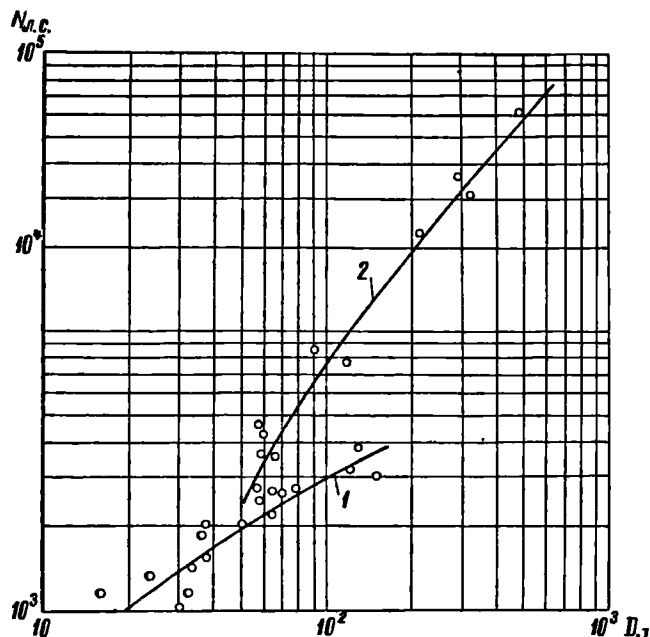


Рис. 12. Тенденции роста мощности главных двигателей СПК в зависимости от водоизмещения.

1 — для скоростей до 40 уз; 2 — для скоростей выше 40 уз.

этом кавитационная каверна развивается с увеличением скорости. Распространение воздушной полости на всю длину профиля на раннем этапе движения позволяет развивать практически неограниченные скорости хода.

«Суперкавитирующий» режим движения обеспечивается выбором профиля, на характер обтекания которого влияет форма носовой кромки и нагнетающей (нижней) поверхности. Нагрузка на таком крыле должна восприниматься более прочной кормовой частью. С учетом этого были разработаны суперкавитирующие профили с нарастающим теоретическим максимумом гидродинамического качества [16]. Они имеют тонкую носовую кромку и нагнетающую поверхность круговой кривизны, а также кривизны второго, третьего и пятого порядков (рис. 10). Первые эффективны при малых значениях подъемной силы. На проектируемых и строящихся в настоящее время морских СПК (в частности, на «Бра д'Ор») практическое применение нашел профиль с кривизной второго порядка. Теоретически наиболее эффективны профили с кривизной нагнетающей поверхности третьего и пятого порядков.



Рис. 13. Американский пассажирский катер на подводных крыльях «Хайдроу Мэрин 28».

Подъемная сила у них возникает на кормовой кромке, а гидродинамическое качество может достигать больших значений (порядка 100). Однако практически на буксировочных испытаниях моделей СПК пока получены значения гидродинамического качества не более 8—10.

Суперкавитирующие крылья в настоящее время используются при скоростях 50 уз и выше. Исследованию V-образ-

ных крыльев для этих режимов с так называемым частично срывным профилем посвящена работа [17]. Сочетание суперкавитирующего крыла с искусственной «вентиляцией» улучшает условия его работы. Подача воздуха в каверну ускоряет возникновение кавитации, способствуя быстрейшему образованию достаточной подъемной силы и выходу судна на крылья.

Ранее существовало мнение, что увеличение водоизмещения СПК приведет к значительному росту относительного веса крыльцевого устройства. В настоящее время эта величина составляет ~20% от водоизмещения. Исследования показали, что в будущем относительный вес может сохраниться и даже несколько снизиться. Наиболее оптимистичными являются высказывания о возможности снижения относительного веса полностью погруженных автоматически управляемых подводных крыльев до 10% [18]. При этом неизбежно возникнут значительные технологические трудности, связанные с увеличением размеров и обеспечением прочности крыльцевых систем, способных выдерживать значительные динамические нагрузки. Осложнится создание стоек для крепления глубокопогруженных подводных крыльев к корпусу, будет затруднено размещение в них валов передачи мощности от главных двигателей к движителям.

В качестве главных двигателей на СПК «первого поколения» широко применялись быстроходные малогабаритные дизели с наклонными валами для передачи мощности (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики главных двигателей СПК «первого поколения» [19]

Мощность дизелей, л. с.	Удельная масса, кг/л. с.	Удельный расход топлива, кг/(л. с. ч)	Межремонтный период, ч
До 1000	4,5—11,3	0,18	2500
1000—3000	4,5—6,8	0,17	3000—5000

Предельный угол наклона гребного вала, при котором еще возможна нормальная работа двигателя и движителя, равен 12°. При увеличении клиренса (просвет между днищем корпуса и поверхностью воды при движении на крыльях) возрастает угол наклона гребного вала. В результате ухудшаются условия работы двигателей и характер обтекания винтов и, как следствие, резко снижается пропульсивный коэффициент. Выходом из положения является использование газовых турбин и угловых колонок. Газотурбинные установки (ГТУ) с угловой передачей установлены на американских СПК «Долфин», «Денисон» и «Викторна», а также на отечественных СПК «Буревестник» и «Тайфун». СПК «Тайфун», рассчитанное на 100 пассажиров, оборудовано двумя газовыми турбинами типа АИ-23с мощностью по 1700 л. с., работающими на дизельном топливе. Мощность передается на два гребных винта через угловые колонки К-1700. Двигатель малого хода в водоизмещающем положении судна (дизель мощностью 160 л. с.) работает на гребные винты, установленные на сдвоенной поворотной и подъемной колонке КП-150 [8].

Угловые механические передачи с использованием вертикальных колонок имеют высокий к. п. д., небольшой вес и габариты. Поэтому они находят все большее применение на морских СПК, несмотря на высокую стоимость и сложность. Существуют колонки, рассчитанные на передачу мощности до 20 тыс. л. с. (СПК «Денисон»). Они обеспечивают значительный клиренс при ходе СПК и высокий пропульсивный коэффициент движительного комплекса. В частности, корабль на подводных крыльях «Плэйнвью» имеет высоту крыльцевых стоек 7,6 м и колонки 9 м, что обеспечивает ход на крыльях при высоте волн до 4,6 м.

В будущем с увеличением габаритов, водоизмещения, грузоподъемности, скорости и мореходности СПК следует ожидать более широкого использования газотурбинных установок. Дизели останутся лишь на сравнительно малых и «тихоходных» судах. Сказанное иллюстрируется данными табл. 2. Дело в том, что поршневые двигатели мощностью свыше 6000 л. с. имеют большие весо-габаритные характеристики. В настоящее время разрабатываются ГТУ, развивающие высокие мощности при относительно малых весах и габаритах. Американская компания Пратт энд Уэнтин создает судовые ГТУ типа FT мощностью 24 200, 26 950 и 31 100 э. л. с. при 3600 об/мин и температуре выхлопных газов 338—476° С [20].

Основные элементы и характеристики некоторых современных судов на подводных крыльях

Основные элементы и характеристики	СССР		Швейцария		Италия			Франция	США				Канада	Япония
	«Тайфун»	«Комета-М»	PTS150	PT300	RHS140 «Кондор 3»	H. 57	«Алинави»	SA-800	«Долфин»	«Текамкарн»	«Плэйвью»	Проект	«Бра д'Ор»	INF-25
Водонемещение, т	65	56,6	165	300	66,5	25	59	56	55—60	60	320	540	212	70
Грузоподъемность, т	—	24,6	82	—	—	—	—	—	11,7	18,7	Свыше 40	250	47	—
Длина, м														
наибольшая	31,4	35,1	37,5	—	28,7	17,7	22,0	27,7	22,8	21,6	64,6	43,3	46,0	—
по ватерлинии	26,5	25,0	36,5	—	—	—	—	—	20,3	20,1	—	41,1	44,8	—
Ширина, м														
габаритная	10,0	9,6	7,4	—	10,7	—	7,0	—	5,4	5,9	12,2	21,6	6,6	—
по ватерлинии	5,6	6,0	—	—	6,1	—	—	—	—	—	—	11,9	—	—
Осадка, м														
на крыльях	1,3	1,4	2,7	—	1,5	1,1	—	—	—	—	—	—	2,3	—
на плаву	4,1	3,2	5,5	—	3,5	2,5	—	—	1,3	1,4	1,8	3,7	7,2	—
Тип и мощность главного двигателя, л. с.	ГТУ 2×1700	Дизель 2×900	Дизель 2×3000	ГТУ 2×17 500	Дизель 2×1350	Дизель 2×650	ГТУ 1×4500	ГТУ 2×1300	ГТУ 1×3600	ГТУ 1×3500	ГТУ 2×15 600	ГТУ 2×15 600	ГТУ 1×22 000	ГТУ 2×1250
Скорость хода, уз	До 44	34—35	35,6	До 70	32—37	32—38	40—50	56	50	40	40	45	50	45
Пассажировместимость, чел.	98 105	116	250	550	136	60	—	200	90—120	—	—	—	—	90
Тип основного движителя	2 гребных винта	2 гребных винта	2 гребных винта	—	2 гребных винта	2 гребных винта	Водомет	Водометы	1 гребной винт	1 водомет	2 гребных винта	Водометы	2 гребных винта	Гребной винт
Способ передачи мощности	Угловые колонки	Наклонные валы	Наклонные валы	—	Наклонные валы	Наклонные валы	—	—	Угловая колонка	—	Угловые колонки	—	Угловые колонки	Угловая колонка
Тип носового крыла	Глубокопогруженное	Малопогруженное	Полупогруженное	—	Полупогруженное	Полупогруженное	Глубокопогруженное	Глубокопогруженное	Глубокопогруженное	Глубокопогруженное	Глубокопогруженное	Глубокопогруженное	Полупогруженное	—
Тип кормового крыла	То же	То же	Глубокопогруженное	—	—	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же	—
Способ регулирования подъемной силы	Автоматический	—	С помощью искусственной «вентиляции»	—	—	—	Автоматическое	Автоматическое	Автоматическое	Автоматическое	Автоматическое	Автоматическое	Автоматическое и с помощью искусственной «вентиляции»	—
Тип и мощность вспомогательного двигателя для водонемещающего положения, л. с.	Дизель 1×165	—	—	—	—	—	—	—	Дизель 2×216	Дизель 1×160	Дизель 2×700	ГТУ	ГТУ 1×390	—
Тип вспомогательного двигателя	2 гребных винта с поворотными откидными колонками	—	—	—	—	—	1 гребной винт	—	2 водомета	—	2 гребных винта в насадках	—	2 гребных винта	—
Мореходность, баллы	5	4	5	—	3—4	—	—	5	3	—	До 6	—	5	—

Применение таких двигателей на гражданских судах пока осложняется их высокой стоимостью и большим расходом топлива. Перспективность ГТУ обуславливается также существующей тенденцией снижения удельной стоимости энергетических установок с увеличением их мощности. Кроме того, в дальнейшем возможно уменьшение удельного расхода топлива для газовых турбин и переход их на дизельное топливо.

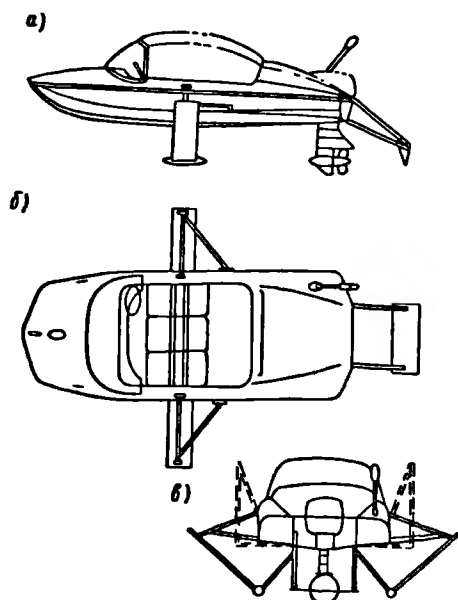


Рис. 14. Канадский трехместный спортивный катер с поднимающимися подводными крыльями 6-А «Уотер Спайдер»: а — боковой вид; б — вид сверху; в — вид с кормы.

Мощности энергетических установок существующих СПК достигают 17 тыс. л.с. («Денисон»), а у боевых кораблей на крыльях — 30 тыс. л.с. («Плэйнвью»). Такие высокие мощности потребовали по-новому решать проблему движителей. Пока наибольшее распространение имеют некавитирующие гребные винты фиксированного шага. По мере возрастания скоростей СПК все большее внимание уделяется созданию суперкавитирующих винтов. Разработка специальных профилей для лопастей и их искусственная «вентиляция» принципиально те же, что и для крыльев. Суперкавитирующие гребные винты установлены на СПК «Бра д'Ор», «Плэйнвью», «Денисон».

В последние годы специалисты уделяют большое внимание водометным движителям. Они довольно просты, надежны и недороги. В настоящее время в СССР и за рубежом ведутся работы по повышению их к.п.д. Водометные движители предусмотрены на советских СПК «Чайка», «Буревестник», в проекте СПК «Циклон», а также на американских кораблях «Тэкамкарн», «Флагстаф» и во французском проекте пассажирского судна SA 800 (рис. 11). К.п.д. водометных движителей на больших скоростях приближается к к.п.д. суперкавитирующих гребных винтов.

Интересно отметить, что для удобства эксплуатации на морских СПК предусматриваются вспомогательные движители малого хода (в водоизмещающем положении). Их устанавливают либо по бортам в насадках, либо на вспомогательных откидных вертикальных колонках. Для современных СПК характерно обилие различных типов и схем двигательного-двигательных установок. Развитие двигательного-двигательных комплексов и крыльевых систем СПК не исключает необходимости отработки формы и обводов корпуса. Однако исследования в этом направлении с целью повышения скоростей в настоящее время не являются главными. Поэтому выбор элементов и формы корпуса СПК производится в основном из соображений грузоместности, технологичности, эстетичности и весовых показателей.

С целью уменьшения массы судна в качестве основного конструкционного материала для современных СПК используются легкие алюминиевые сплавы. Соединение отдельных листов из этого материала осуществляется с помощью сварки или клепки. Клепаные соединения применяются на судах фирмы Супрамар, сварка алюминиевых сплавов освоена в

СССР и США. Крыльевая система, как правило, изготавливается из нержавеющей стали (табл. 3). В будущем в крыльевых конструкциях возможно применение углеродных волокон. Для этого материала получен исключительно высокий показатель отношения прочности к массе. Углеродная нить получается путем специальной обработки искусственного полимера. Вопросы практического использования этого материала пока не решены [12].

Таблица 3

Материалы, применяемые для корпуса и крыльев СПК

Тип судна	Марка алюминиевого сплава для корпуса	Марка материала для крыльев
СССР		
«Ракета», «Метеор»	Дюралюминий Д16 (клепка)	Сталь Х18Н9Т
«Чайка»	То же	Носовое крыло — алюминиевый сплав АМг-61; кормовое — сплав В48-4
«Спутник», «Вихрь»	АМг-61 (сварка)	Сталь Х18Н9Т
«Комета»	То же	Сталь Х18Н10Т
США		
«Тэкамкарн», «Викторна»	—	Сталь НУ-80
«Плэйнвью», «Денисон»	Сплав 5456 (сварка)	—
Швейцария		
СПК фирмы Супрамар	Сплав Al—Mg—Si (клепка)	Сталь MSt 52-3 (стандарт ФРГ) с $\sigma_T = 36$ кгс/мм ² и $\sigma_B = 52$ кгс/мм ²
Специальные СПК PTS 150	—	Сталь X4CrNiMoNb Малоуглеродистая сталь с $\sigma_T = 50$ кгс/мм ²
Италия		
RHS 110	Сплав «Пералумай» (клепка)	Специальная сталь с $\sigma_B = 52—60$ кгс/мм ²
H.57	Алюминиево-магниево-сплав UNI 3571 марки H10	—
Канада		
«Бра д'Ор»	—	Никелевая сталь

В конце шестидесятых годов некоторые специалисты стали высказывать сомнения в перспективности СПК. Работы, выполненные в Советском Союзе и за рубежом, а также накопленный опыт эксплуатации СПК, показали несостоятельность этих сомнений [11, 21]. Создание в будущем эффективных судов на крыльях связано с определением области рационального их применения. В настоящее время делаются попытки выявить оптимальные габариты СПК, типы их энергетических установок, виды грузов, которые должны перевозиться на этих судах. Существуют две точки зрения на эффективность СПК в будущем. Европейские специалисты считают, что эксплуатация коммерческих СПК на протяженных линиях нецелесообразна, и поэтому водоизмещение крылатых судов в будущем вряд ли превысит 1000 т. Американский опыт, в отличие от европейского, основан преимущественно на создании СПК военного назначения. Специалисты

США считают возможным создавать более крупные СПК с автоматически управляемыми подводными крыльями, предназначенные для океанского плавания. Так, по их мнению [11], уже к 1980 г. можно спроектировать СПК водоизмещением 4400 т.

Обслуживание морских линий протяженностью 1000 миль является лишь вопросом времени. На таких линиях СПК, по-видимому, смогут успешно конкурировать с водоизмещающими судами. Расчеты показывают, что современное крылатое судно в среднем сможет перевезти втрое больше пассажиров и грузов, чем обычный паром такого же водоизмещения.

Необходимо отметить, что в будущем ожидается рост скоростей СПК до 50—60 уз. Во многом это будет зависеть от успешного преодоления барьера кавитации. Вместе с тем морским СПК будущего потребуются значительные мощности (рис. 12). Принципиальная возможность получения таких мощностей подтверждается разработкой судовых газотурбинных установок мощностью до 30 тыс. л.с. [20]. Не исключена и возможность создания компактных атомных энергетических установок.

Параллельно с развитием морских судов на подводных крыльях широкое распространение получили малые крылатые катера. Используются они в качестве туристских, спортивных, рыболовных, прогулочных и развозных судов. Производством таких катеров заняты многие зарубежные фирмы, а в Англии, Канаде и Австралии это направление получило наибольшее развитие. Значительное распространение получили английские быстроходные катера на крыльях — двухместный «Н-Фойл 2» и четырех-пятиместный K2D «Кэпнэл Скинпер». Для прогулок и пассажирских перевозок используется американский катер «Хайдроу Мэрри 28» (рис. 13). Фирма Супрамар разработала проекты четырехместного спортивного катера ST-1 и патрульного PT-3. В Канаде выпускаются спортивные катера с корпусами из стеклопластика со скоростью 35 уз: одноместный 1-A, двухместный 2-A и 2-B [22] и трехместный 6-A «Уотер Спайдер» (рис. 14). В Японии для сообщения между островами используются морские автобусы INF-3 на 15 чел. (рис. 15) и SF-30 на 14 чел. Большую популярность во всем мире завоевали прогулочные катера советской постройки «Волга», широкое распространение в ближайшие годы получают крылатые катера типа «Невка».

В заключение обзора современного состояния и тенденций развития судов на подводных крыльях необходимо особо отметить роль советских судостроителей в создании этого нового вида водного транспорта, построивших целый флот крылатых судов самого различного назначения. В настоящее время ведутся работы по созданию значительно более совершенных крылатых судов. Улучшение их мореходных качеств будет достигнуто за счет применения крыльевых систем с автоматическим управлением закрылками и «вентиляции» крыльев. Повышение скорости СПК должно быть обеспечено дальнейшим совершенствованием суперкавитирующих профилей крыльев. В будущем, с увеличением водоизмещения и скоростей хода следует ожидать более широкого применения

на СПК газотурбинных установок. Дизели останутся лишь на сравнительно малых и «тихоходных» крылатых судах. Будут разрабатываться новые легкие конструкционные материалы с улучшенными физико-химическими характеристиками, в том числе нержавеющие стали повышенной прочности, стеклопластики, материалы на базе углеродных волокон. Уже



Рис. 15. Японский морской автобус INF-3 на 15 чел.

теперь существуют технико-экономические предпосылки для создания морских СПК водоизмещением не менее 1000 т, которые будут эксплуатироваться на линиях протяженностью около 1000 миль со скоростью 50—60 уз. Наряду с созданием новых морских СПК будут совершенствоваться малые крылатые суда для морских прогулок, спортивных, развозных и служебных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Судостроение», 1970, № 4.
2. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1971, vol. 11, № 2.
3. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1970, vol. 10, № 2.
4. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1970, vol. 10, № 3.
5. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1971, vol. 10, № 11.
6. «Судостроение», 1970, № 8.
7. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1971, vol. 10, № 10.
8. «Судостроение», 1971, № 8.
9. «Судостроение», 1971, № 10.
10. "Schiff und Hafen", 1968, V, bd. 20, Nr 5.
11. "Astronautics and Aeronautics", 1970, VI, vol. 8, No 6.
12. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1971, vol. 10, No 8.
13. Егоров И. Т. и др. Искусственная кавитация. — Л., «Судостроение», 1971.
14. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1970, vol. 9, No 5.
15. "Jahrbuch Schiffbautechnik Gesellschaft", 1968, bd. 62.
16. "AIAA Paper", 1969, No 754.
17. «Судостроение», 1971, № 6.
18. "Hovering Craft and Hydrofoil", 1969, vol. 8, No 5.
19. "Schiff und Hafen", 1968, bd. VI, 20, Nr 6.
20. "Hansa", 1971, bd. 108, Nr 2.
21. "Hansa", 1970, bd. 107, Sondernummer.
22. "Jane's Surface Skimmers: Hovercrafts and Hydrofoils", 1970—1971, London.

Конструкция и прочность корпуса

АНАЛИЗ ПОПЕРЕЧНОЙ ПРОЧНОСТИ КРУПНОТОННАЖНЫХ ТАНКЕРОВ

Г. В. Бойцов

УДК 629.12:624.072.3

Резкое увеличение дедефта и размерений нефтеналивных судов сопровождается качественными изменениями особенностей нагружения их корпусов и отдельных корпусных конструкций. Основные закономерности этого процесса рассмотрены в работах [1, 2] и др. Увеличение расстояния между поперечными переборками танкеров и, следовательно,

длины свободных пролетов продольных переборок до 30—60 м, а также значительное повышение жесткости поперечного набора приводят к существенному изменению роли и характера взаимодействия этих связей при восприятии поперечной нагрузки. В частности, переборки и борта уже не могут рассматриваться как жесткие опорные конструкции днищевых перекрытий, поскольку их вертикальные смещения способны вызвать значительные дополнительные напряжения в наборе этих перекрытий.

Опыт эксплуатации крупнотоннажных танкеров и теоретические исследования показывают, что эти напряжения в некоторых неблагоприятных случаях нагружения могут достигать предела текучести стали и приводить к появлению остаточных деформаций и потере устойчивости стенок рамных свя-

зей [3]. Стремление предотвратить подобные случаи уже нашло отражение в Правилах классификационных обществ в виде некоторых специальных требований и расчетных рекомендаций. Однако рассматриваемое явление в целом еще не получило достаточно общего теоретического обоснования.

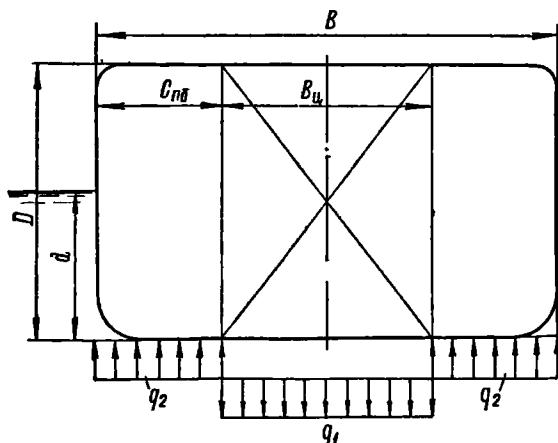


Рис. 1. Схема поперечного сечения танковой части корпуса.

Рассмотрим деформации продольных переборок и бортов в своей плоскости в пределах одного отсека, обусловленные гидростатическими нагрузками при симметричном относительно диаметральной плоскости заполнении бортовых и центрального танков (рис. 1). Загрузка остальной части корпуса предполагается равномерной и уравновешенной с внешней гидростатической нагрузкой либо идентичной нагрузке рассматриваемого отсека. В последнем случае общая нагрузка на этот отсек считается уравновешенной, а смежные отсеки по конструктивным размерам и нагрузке предполагаются идентичными.

Будем полагать, что прогибы продольных переборок и бортов между ограничивающими отсек поперечными переборками в основном определяются деформациями сдвига, которые могут быть найдены с помощью теории деформации балок. Дополнительное влияние изгиба переборок и поперечного обжатия учитывается введением поправочных коэффициентов. Рамные связи, перевязывающие продольные переборки с бортами, рассматриваются как равномерно распределенные в продольном направлении (не дискретные) связи, упруго сопротивляющиеся относительно вертикальному смещению. Поперечные переборки, ограничивающие рассматриваемый отсек, вместе с примыкающими к ним внешними частями корпуса (при первом варианте нагружения) являются опорами продольных переборок и бортов этого отсека, упруго сопротивляющимися относительно вертикальному смещению их опорных сечений. Параметры жесткости опорных закреплений обоих концов рассматриваемого отсека считаются одинаковыми.

Нагрузка в плоскости продольных переборок и бортов определяется в виде алгебраической суммы гидростатических напоров на днищевые перекрытия снаружи и изнутри корпуса. При этом нагрузка учитывается на ширине, равной полусумме поперечных размеров примыкающих к ним танков (рис. 1, 2).

С учетом указанных предположений прогибы от деформаций поперечного сдвига продольных переборок и бортов (U_n , U_b) можно определить с помощью следующей системы дифференциальных уравнений:

$$U_n'' = -\frac{q_n}{G\omega_n} + \frac{k}{G\omega_n}(U_n - U_b); \quad (1)$$

$$U_b'' = -\frac{q_b}{G\omega_b} + \frac{k}{G\omega_b}(U_b - U_n),$$

где q_n , q_b — интенсивность поперечных нагрузок, действующих на продольные переборки и борта;

ω_n , ω_b — площади поперечного сечения продольных переборок и бортов, испытывающих деформации сдвига¹;

G — модуль сдвига.

Граничные условия по концам рассматриваемого отсека при $x = \pm 0,5l$:

$$(U_n - U_b)K = (R_n - R_n^*) - (R_b - R_b^*), \quad (2)$$

где $R_{n(b)} = \mp G\omega_{n(b)} U_{n(b)}'$ — опорная реакция продольной переборки (борта), действующая на поперечную переборку со стороны рассматриваемого отсека;

$R_{n(b)}^*$ — опорная реакция продольной переборки (борта), действующая со стороны отсека, смежного с рассматриваемым, и найденная в предположении абсолютной жесткости на сдвиг поперечной переборки (для уравновешенного отсека эти реакции равны нулю);

K — коэффициент жесткости на сдвиг участка поперечной переборки между продольной переборкой и бортом с учетом жесткости смежного отсека.

Из условий общей уравновешенности системы следует, что

$$R_n^* + R_b^* = R_n + R_b, \quad (3)$$

при этом величины R^* предполагаются пропорциональными жесткости на сдвиг соответствующих продольных связей (переборки или борта). Следует отметить, что условие (2) непосредственно вытекает из принципа наложения при рассмотрении деформации сдвига поперечной переборки от исходного состояния $U_n = U_b$ до состояния, соответствующего этому условию. Зависимость (3) строго справедлива лишь при достаточной протяженности смежных по длине отсеков и жесткости их поперечного набора, характерных для крупнотоннажных танкеров.

Решение системы (1) с учетом зависимостей (2) и (3) приводит к следующему выражению для прогиба продольной переборки:

$$U_n(\zeta) = A(\operatorname{ch} u - \operatorname{ch} u\zeta) + U_c^0(1 - \zeta^2) + U_n(1),$$

$$A = \frac{\frac{2}{u^2 \operatorname{ch} u} (U_n^0 - U_c^0)}{1 + \frac{V}{1 + \frac{\omega_n}{\omega_b}} u \operatorname{th} u};$$

¹ Вследствие симметрии конструкции и условий нагружения отсека относительно диаметральной плоскости в дальнейшем рассматриваются деформации лишь одного из бортов и соседней с ним продольной переборки.

$$u = 0,5l \sqrt{\frac{k}{G} \frac{\omega_n + \omega_6}{\omega_n \omega_6}}; \quad \zeta = \frac{2x}{l};$$

$U_n^0 = \frac{q_n l^3}{8G\omega_n}$ — максимальный прогиб продольной переборки посредине ее пролета при отсутствии смещений конечных сечений и упругого взаимодействия с бортом ($k=0$);

$U_c^0 = \frac{(q_n + q_6) l^3}{8G(\omega_n + \omega_6)}$ — то же для общего (среднего) прогиба переборки и борта при их жесткой связи ($k=\infty$);

$U_n(1)$ — значение прогиба U_n у поперечных переборок при $\zeta = \pm 1$.

$$V = \frac{2}{l} \frac{G\omega_n}{K}.$$

С учетом приведенных зависимостей максимальная разность прогибов переборки и борта (при $\zeta=0$), определяющая уровень вызываемых ими

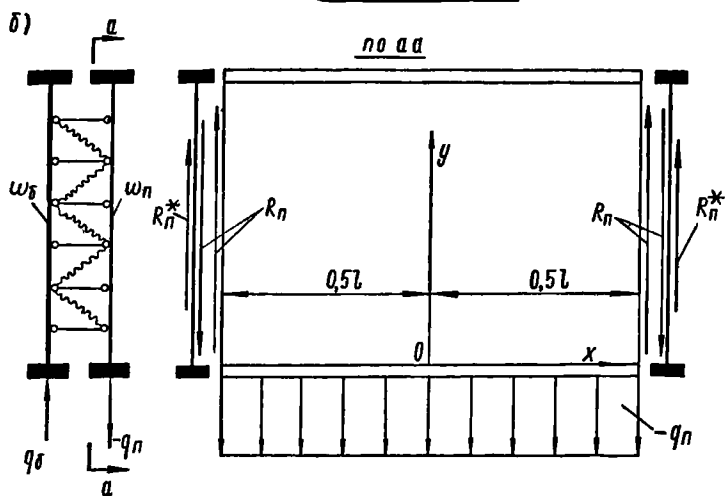
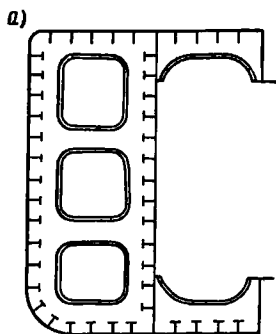


Рис. 2. Конструктивное сечение корпуса танкера (а) и его расчетная модель (б).

$$q_n = 0,5(B_{ц} q_1 + C_{пб} q_2); \quad q_6 = 0,5C_{пб} q_2.$$

наибольших напряжений в рамных связях бортовых танков, равна

$$\Delta U = U_n - U_6 = \mu(u) U_n^0,$$

$$\text{где } \mu(u) = \frac{2}{u^2} \left(1 - \frac{1}{\text{ch } u + \frac{1}{V} u \text{ sh } u} \right) \left(1 - \frac{\omega_n q_6}{\omega_6 q_n} \right).$$

Соответствующая доля нагрузки q_n , передающаяся на поперечные рамные связи с продольной переборки и вызывающая их перекося (рис. 3), определяется по формуле

$$\Delta q_n = \Delta U k = \varphi(u) \frac{q_n - \frac{\omega_n}{\omega_6} q_6}{1 + \frac{\omega_n}{\omega_6}}, \quad (4)$$

$$\text{где } \varphi(u) = 1 - \frac{1}{\text{ch } u + \frac{1}{V} u \text{ sh } u + \frac{\omega_n}{\omega_6}}.$$

Очевидно, что нагрузка Δq_n равна по абсолютной величине и обратна по знаку аналогичной нагрузке Δq_6 , в чем можно убедиться, используя

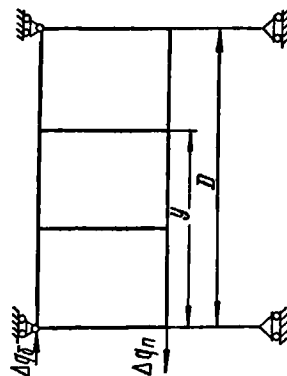


Рис. 3. Схема нагружения и закрепления рамных шпангоутов бортового танка при расчете их прочности и жесткости в условиях перекося.

свойство инвариантности полученного решения относительно перестановки индексов «п» и «б». Реакции, действующие в опорных сечениях переборки и борта (при $\zeta = \pm 1$), равны

$$R_n = \frac{q_n l}{2} \rho(u); \quad R_6 = \frac{(q_n + q_6) l}{2} - R_n,$$

$$\text{где } \rho(u) = \frac{\frac{\text{th } u}{u} \left(1 - \frac{1 + \frac{q_6}{q_n}}{1 + \frac{\omega_6}{\omega_n}} \right)}{1 + \frac{1}{V} u \text{ th } u + \frac{\omega_n}{\omega_6}} + \frac{1 + \frac{q_6}{q_n}}{1 + \frac{\omega_6}{\omega_n}}.$$

Графики значений функций $\mu(u)$, $\varphi(u)$, $\rho(u)$ приведены на рис. 4—6 (при расчетах полагалось $\frac{\omega_n}{\omega_6} = 0,75$). Рассмотрим порядок определения параметров, необходимых для расчета по указанным зависимостям.

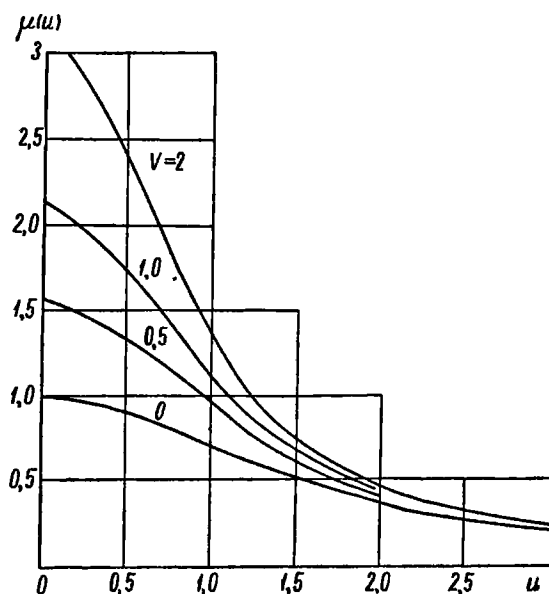


Рис. 4. Графики функции $\mu(u)$.

Коэффициент жесткости K при неравномерном распределении нагрузки в пределах одного отсека находится в виде суммы $K = K_1 + K_2$.

Здесь величина K_1 определяется сдвиговой жесткостью поперечных переборок и может быть найдена по следующей приближенной формуле:

$$K_1 = \frac{G\omega_{\text{пн}}}{C_{\text{пб}}}, \quad (5)$$

где $\omega_{\text{пн}}$ — площадь поперечного сечения участка переборки протяженностью $C_{\text{пб}}$, равной ширине бортовых танков.

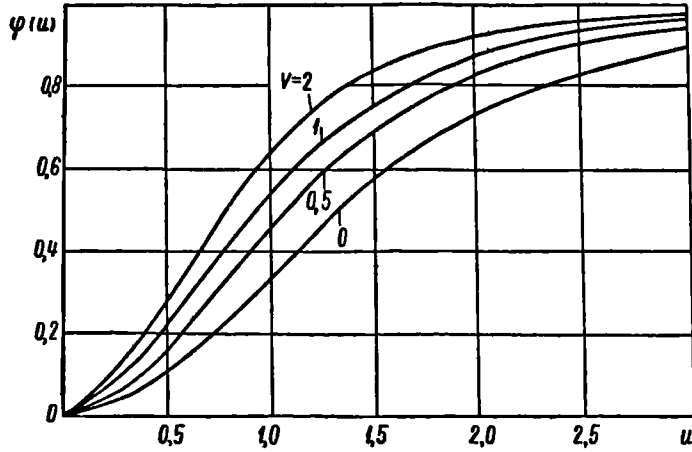


Рис. 5. Графики функции $\varphi(u)$.

Коэффициент K_2 характеризует жесткость внешнего участка корпуса, примыкающего к поперечной переборке:

$$K_2 = \frac{R}{\Delta U},$$

где R — противоположные по направлению реакции, приложенные к борту и продольной переборке внешнего участка корпуса;

ΔU — вызванные этими реакциями взаимные смещения.

Полагаем длины отсеков, смежных с рассчитываемым, достаточно большими, а жесткость упругой связи борта с продольной переборкой существенной, чтобы при оценке K_2 можно было бы пренебрегать влиянием граничных условий на внешних концах этих отсеков. При указанных условиях, заведомо справедливых при $u \geq 1,5-2,0$, можно принять длину отсеков бесконечной. Решение системы уравнений (1) при таких предположениях и $q_n = q_6 = 0$ позволяет получить

$$K_2 = G \sqrt{\frac{k}{G} \frac{\omega_n \omega_6}{\omega_n + \omega_6}}. \quad (6)$$

На основании зависимостей (5) и (6) получаем

$$V = \frac{1}{\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2}},$$

где

$$V_1 = 2 \frac{C_{\text{пб}}}{l} \frac{\omega_n}{\omega_{\text{пн}}};$$

$$V_2 = \frac{1 + \frac{\omega_n}{\omega_6}}{u}.$$

Для второго варианта нагружения (группа идентичных отсеков, имеющих $q_n = -q_6$) получим

$$V = 2V_1.$$

Как было отмечено выше, полученное решение, основанное на предположении о преобладающем

влиянии на поперечные перемещения переборок и бортов деформаций сдвига, нуждается во введении множителей, учитывающих влияние изгиба и поперечного обжатия этих связей. Влияние изгиба может быть приближенно учтено снижением расчетных площадей сечения ω пропорционально редуccionному коэффициенту ψ_1 , равному

$$\psi_1 = \frac{1}{1 + \frac{U_n}{U_c}} = \frac{1}{1 + \frac{(5-4\kappa)\omega l^2}{125I}}, \quad (7)$$

где $\frac{U_n}{U_c}$ — соотношение стрелок прогиба продольной переборки (борта) посередине ее пролета, обусловленных деформациями изгиба и сдвига;

I — момент инерции поперечного сечения рассматриваемой вертикальной связи с учетом влияния присоединенных поясков горизонтальных связей (палубы и днища);

κ — коэффициент опорной пары.

Определяя величину ψ_1 по формуле (7), следует иметь в виду, что при вертикальном смещении продольной переборки относительно борта расположенные между ними участки горизонтальных связей испытывают действие касательных усилий противоположного направления (рис. 7). В этих условиях их приведенные жесткости становятся сравнительно большими и возрастают по мере уменьшения ширины $C_{\text{пб}}$. Ориентировочные значения редуccionного коэффициента ψ_1 , характеризующие эквивалентную ширину присоединенных поясков для каждой из вертикальных связей в долях от длины пролета l , показаны на рис. 7. Там же приведен график значений φ_1 , вычисленных по выражению (7) при $\kappa \approx 0,5-0,6$.

Поперечное обжатие бортов и продольных переборок может быть учтено уменьшением площадей ω пропорционально редуccionному коэффициенту, равному

$$\psi_2 = \frac{U_{\text{пл}}^0}{U_n^0},$$

где $U_{\text{пл}}^0$ — максимальная стрелка прогиба пластины, нагруженной в своей плоскости и закрепленной, как это показано на рис. 8 (в процессе деформации пластины вертикальные линии сохраняют прямолинейное направление);

U_n^0 — то же при рассмотрении деформации этой пластины в соответствии с принятыми выше предположениями.

Поперечные перемещения пластины $U_{\text{пл}}^0$ определяются при условии $\frac{\partial u_{\text{пл}}}{\partial y} = 0$ (где $u_{\text{пл}}$ — продольные перемещения). Это исключает деформации изгиба пластины в своей плоскости, и задача сводится к интегрированию уравнения

$$\frac{\partial^2 U_{\text{пл}}}{\partial y^2} + \frac{G}{E} \frac{\partial^2 U_{\text{пл}}}{\partial x^2} = 0,$$

что нетрудно сделать в форме тригонометрического ряда (решение Белзецкого — Файлона). График значений ψ_2 , полученных указанным способом, показан на рис. 7. На этом же рисунке воспроизведен

график общего редуцированного коэффициента $\psi_\omega = \psi_1 \psi_2$, на который необходимо умножить фактические площади поперечных сечений бортов и продольных переборок.

Остановимся на определении коэффициента жесткости поперечных рамных связей k . Для этого в общем случае требуется выполнение специального расчета рамных конструкций бортовых танков

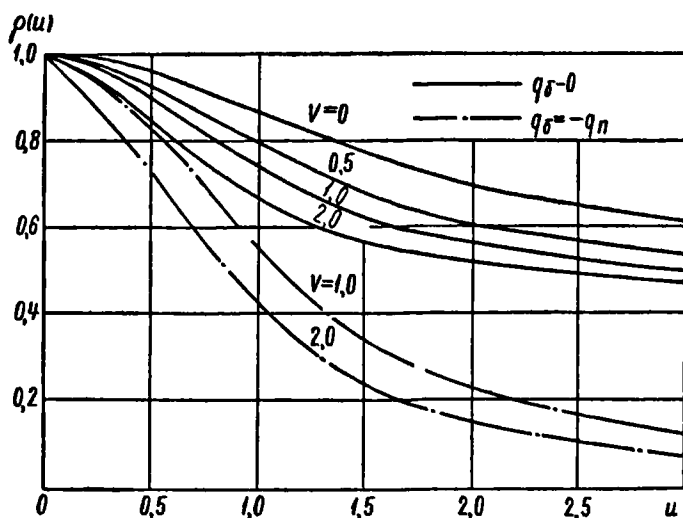


Рис. 6. Графики функции $\rho(u)$.

при схеме их нагружения и закрепления, показанной на рис. 3. Необходимо также учитывать различие вертикальных перемещений узлов рамы, вызванное деформациями поперечного обжатия продольных переборок и бортов, что может быть сделано с помощью зависимости

$$U(\bar{y}) = U_0 [1 - 1,5(1 - \psi_2)(2\bar{y} - \bar{y}^2)], \quad (8)$$

где $\bar{y} = \frac{y}{D}$ — относительное (по отношению к высоте корпуса) отстояние рассматриваемого узла рамы от днища (см. рис. 3). Выражение (8) удовлетворяет очевидным условиям:

$$\frac{\int_0^1 U(\bar{y}) d\bar{y}}{U_0} = \psi_2 \text{ и } \frac{\partial U(\bar{y})}{\partial \bar{y}} = 0 \text{ при } \bar{y} = 1.$$

Для крупнотоннажных танкеров, имеющих относительно большую высоту и жесткость рамного набора, могут быть предложены следующие зависимости. Предположим, что горизонтальные связи поперечных рам — жестко заделанные по опорным сечениям призматические балки, работающие на изгиб и сдвиг. В этом случае коэффициент жесткости k может быть определен как сумма коэффициентов жесткости отдельных горизонтальных элементов рам

$$k = \sum_i k_i \frac{U(\bar{y}_i)}{U_0} \approx \psi_2 \sum_i k_i, \quad (9)$$

где

$$k_i = \frac{G \Omega_i}{cs} \frac{v_i}{1 + v_i};$$

$U(\bar{y}_i)$ — перемещения, определяемые в соответствии с выражением (8);

Ω_i — площадь поперечного сечения стенки i -го элемента, определяющая его жесткость на сдвиг;

c — длина свободных пролетов элементов;

s — расстояние между рамами (шпация);

v_i — соотношение между стрелками прогиба, обусловленными деформациями сдвига и изгиба.

При жесткой заделке опорных сечений элементов имеем [4]:

$$v_i = 31 \frac{l_i}{\Omega_i c^2} \approx 7,8 \left(1 + \frac{f_i}{\Omega_i}\right)^2 \left(\frac{h_i}{c}\right)^3,$$

где l_i — момент инерции;

f_i — площадь сечения свободного пояса элемента;

h_i — высота элемента.

С учетом зависимости (9) основной параметр u , определяющий степень взаимодействия продольных переборок и бортов, может быть представлен в виде

$$u = 0,5 \sqrt{\frac{l}{c} \frac{l}{s} \frac{\sum \bar{\Omega}_i}{\omega_n} \left(1 + \frac{\omega_n}{\omega_6}\right)},$$

где

$$\bar{\Omega}_i \approx \Omega_i \frac{v_i}{1 + v_i} \psi_2.$$

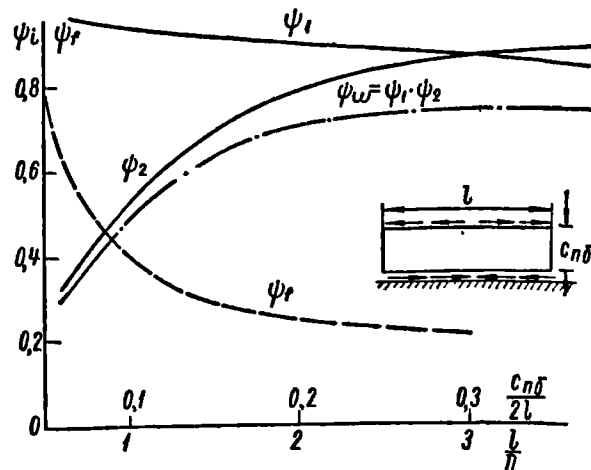


Рис. 7. Графики редуцированных коэффициентов ψ_r , ψ_ω и ψ_f .

Нагрузки на борта и продольные переборки в соответствии с принятыми исходными предположениями определяются по формулам

$$\left. \begin{aligned} q_n &= K_n B D; \\ q_6 &= K_6 B D, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

где

$$K_n = 0,5 \left[\frac{B_n}{B} \left(\gamma_n \frac{h_n}{D} - \frac{d}{D} \right) + \right. \\ \left. + 0,5 \left(1 - \frac{B_n}{B} \right) \left(\gamma_6 \frac{h_6}{D} - \frac{d}{D} \right) \right];$$

$$K_6 = 0,25 \left(1 - \frac{B_n}{B} \right) \left(\gamma_6 \frac{h_6}{D} - \frac{d}{D} \right);$$

γ_n , γ_6 — плотность груза в центральном и бортовых танках;

h_n , h_6 — высота уровней их заполнения.

Приведенные зависимости и графики позволяют достаточно просто и наглядно проанализировать изменение условий работы корпусных конструкций современных нефтеналивных судов. Увеличение расстояния между поперечными переборками и повышение относительной высоты и жесткости поперечного набора приводят к увеличению параметра u

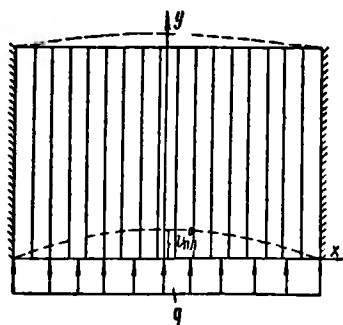


Рис. 8. Расчетная модель пластины для определения $U_{пл}^0$

от значений порядка 0,5—0,7, характерных для танкеров малого и среднего тоннажа, до 2—3 и более.

Как следует из представленных на рис. 4—6 графиков, при малых значениях u борта и продольные переборки практически выполняли функции жестких опор для поперечного набора, воспринимающих и передающих реакции на поперечные переборки. Хотя податливость поперечных перебо-

рок в этом случае приводит к заметному увеличению смещений продольных переборок, они не столь существенны, чтобы вызвать значительные напряжения в бортовых танках (параметр $\varphi(u) \ll 1$). При больших значениях параметра u , характерных для конструкций современных крупнотоннажных танкеров, поперечный набор выполняет функцию жестких связей, осуществляющих передачу «избыточной» части нагрузки с более нагруженных конструкций на менее нагруженные (параметр $\varphi(u) \rightarrow 1$). Общая нагрузка на отсек, равная разности сил веса и сил поддержания, передается на поперечные переборки бортами и продольными переборками. Эти реакции практически пропорциональны при $u \geq 2+3$ площадям ω_n и ω_6 . При этом разность реакций, определяющая уровень сдвигающих усилий и напряжений в поперечных переборках, даже при наиболее неблагоприятном взаимно противоположном действии нагрузок q_n и q_6 оказывается несущественной (см. рис. 6).

Оценим величину и тенденции изменения уровня напряжений в конструкциях. С учетом зависимостей (4), (9) и (10) средние по сечению касательные напряжения в стенках рамных флоров бортовых танков, вызываемые перекосом рам, равны

$$\tau_{\phi}^c \approx \frac{\Delta q_n s}{\psi_2 \sum_i \Omega_i} = \frac{K_n}{\psi_2 \eta} \frac{1 - \frac{\omega_n}{\omega_6} \frac{q_6}{q_n}}{1 + \frac{\omega_n}{\omega_6}} \frac{\varphi(u) B s}{100 \delta_p}, \quad (11)$$

где δ_p — толщины стенок рам (средняя величина);

$\eta = \frac{\sum_i \Omega_i}{D \delta_p}$ — коэффициент, близкий к отношению суммы высот горизонтальных элементов рам к высоте корпуса D .

С увеличением размерений танкеров параметр η имеет тенденцию к увеличению, изменяясь, в основном, в диапазоне значений $\eta = 0,15—0,30$. Отношение наибольших нормальных напряжений во флорах к касательным в предположении их жесткой

заделки по концам и без учета непрямоугольности балок равно

$$\frac{\sigma_{\phi}^{\max}}{\tau_{\phi}^c} \approx \frac{\frac{r}{h} \frac{c}{h}}{\left(1 + \frac{f}{\Omega}\right)^2},$$

где r — расстояние от нейтральной оси до свободного пояска флора.

Зависимость (11) свидетельствует о значительном увеличении уровня напряжений τ_{ϕ} , связанном с ростом размерений танкеров. Это обуславливается увеличением числителя последней дроби зависимости (11), которое лишь отчасти компенсируется некоторым возрастанием произведения $\psi_2 \eta$ при практически неизменной величине δ_p . Поскольку при наиболее неблагоприятных условиях нагружения $\frac{q_6}{q_n} < 0$ произведение первых двух дробных множителей в выражении близко к единице, а значение $\varphi(u)$ стремится к единице, нетрудно убедиться, что для крупнотоннажных танкеров величина τ_{ϕ}^c может приближаться к пределу текучести материала конструкций на срез. При этом следует иметь в виду наличие дополнительных касательных напряжений во флорах от нагрузки, действующей непосредственно на днищевые перекрытия бортовых танков, а также дополнительное влияние нормальных напряжений от перекоса рам и местной нагрузки.

В связи с увеличением относительной высоты флоров при соответствующем уменьшении отношения $\frac{c}{h}$ до значений 2—3 уровень нормальных напряжений во флорах сравнительно невелик ($\frac{\sigma_{\phi}^{\max}}{\tau_{\phi}^c} \ll 1$). Снижение касательных напряжений от

перекоса рам для корпусов крупнотоннажных танкеров при заданной неравномерности загрузки отсеков возможно главным образом за счет увеличения площадей сечения стенок горизонтальных элементов рам (в первую очередь днищевых). Частичная разгрузка рам достигается также при установке в бортовых танках промежуточных перфорированных поперечных переборок, влияние которых может быть приближенно оценено с помощью приведенных выше зависимостей. Расчетная длина отсека l полагается равной расстоянию между перфорированными переборками. Параметр $V = 2V_1$, а при определении V_1 величина ω_{np} должна приниматься с учетом снижения жесткости переборки на сдвиг за счет перфорации.

Средние по сечению касательные напряжения в бортах и продольных переборках в районе поперечных переборок, ограничивающих рассматриваемый отсек, для крупнотоннажных танкеров равны

$$\tau_{n6}^c \approx \frac{(K_n + K_6) B l}{200 (\delta_n + \delta_6)},$$

где δ_n , δ_6 — осредненные по высоте толщины продольной переборки и борта.

Как показывает расчет, для современных крупнотоннажных танкеров (l и $B < 60$ м) при указанных выше вариантах заполнения отсеков эти напряжения не превышают величины 800—1000 кгс/см².

Заключение

Рост размерений крупнотоннажных танкеров и связанное с ним увеличение размеров грузовых танков, а также жесткости рамного набора приводит к качественному изменению условий нагружения конструкций корпуса, обеспечивающих его местную и поперечную прочность. При неравномерной нагрузке, связанной с различным заполнением смежных по ширине танков, борта и продольные переборки перестают выполнять функцию жестких опор для поперечных рам и при различии их вертикальных смещений могут вызывать значительные дополнительные напряжения от перекоса рам.

Наиболее неблагоприятные условия возникают в грузу при наличии пустых центральных танков, а в балласте — при заполнении центральных и пу-

стых смежных бортовых танков. Возникающие при этом касательные напряжения в горизонтальных элементах рам бортовых танков могут быть опасными для их прочности. Это предопределяет необходимость выполнения специальных проверочных расчетов прочности рам и разработки соответствующих нормативных требований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцов Г. В. Проблемы общей прочности крупнотоннажных танкеров. — «Судостроение», 1971, № 12.
2. Павлинова Е. А., Вагенгейм С. Г. Определение динамических нагрузок на переборки крупнотоннажных танкеров. — «Судостроение», 1972, № 6.
3. Таубин Г. О. Некоторые проблемы обеспечения прочности крупнотоннажных судов. — «Судостроение», 1972, № 1.
4. Справочник по строительной механике корабля, т. 3. Л., Судпромгиз, 1960.

ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ ЖУРНАЛОВ

HANSA, 1971 (№ 23—24, декабрь). В первом декабрьском номере журнала (№ 23) помещена статья о нормах площади, применяемых при проектировании кают для рыболовных судов (3,72 м²/чел. при валовой вместимости судна 1000—10 000 рег. т и 4,65 м²/чел. для более крупных судов). Другая статья посвящена вопросам проектирования кают на сухогрузных судах. Далее следует информация Германского Ллойда, содержащая рекомендации, относящиеся к системам инертных газов, предназначенных для предотвращения взрыва в танках на танкерах и газовозах. Сообщается также о новых судах, построенных в ФРГ: универсальном теплоходе «Юстиниан» дедвейтом 16 350 т с главным двигателем мощностью 8690 л. с. со скоростью 16,5 уз, построенном на верфи Зеебек; нефтерудовозе «Ирфон» дедвейтом 152 500 т с паротурбинной установкой мощностью 24 000 л. с. фирмы Ховальдтсверке-Дойчеверфт; универсальном теплоходе «Широкко» дедвейтом до 7350 т с главным двигателем мощностью 4000 л. с. фирмы Оренштейн унд Коппель.

Второй декабрьский номер журнала (№ 24) начинается с обзора развития мирового транспортного флота. В начале второго полугодия 1971 г. во всех флотах было 55 041 судно валовой вместимостью 247 млн. рег. т, что на 20 млн. рег. т больше, чем год назад. Наибольший флот был у Либерии (2060 судов валовой вместимостью 38,5 млн. рег. т), на втором месте Япония (8851 судно, 30,5 млн. рег. т). Крупнейший танкерный флот имеет Либерия (22 млн. рег. т), затем следуют Великобритания (13,4 млн. рег. т) и Япония (10,7 млн. рег. т). По типам главных двигателей: 7350 паровых судов (87,5 млн. рег. т) и 47 691 теплоходов (159,7 млн. рег. т). Далее помещено изложение докладов, сделанных на ежегодной сессии технического общества судостроителей ФРГ. Это обзор развития судов на воздушной подушке, в котором сообщается об основных проблемах и тенденциях их развития. Затем рассматриваются особенности серийной постройки судов. Отмечается снижение затрат с ростом их серийности в связи с улучшением организации труда, планирования, сокращением объема ручных работ. При постройке крупных судов

установлено следующее соотношение трудоемкостей: предварительная подготовка и групповая сборка — 25—30%, промежуточный монтаж — 30—40%, окончание монтажа — 35—45%. Затраты инженерного труда при разработке проекта для головных судов составляют: для танкеров дедвейтом до 300 000 т — 180 000—240 000 ч, для балккернеров дедвейтом до 200 000 т — 120 000—160 000 ч и для контейнеровозов различных размерений — 130 000—280 000 ч. Для инженер-механиков представляет интерес статья о возможностях стандартизации судовых автоматизированных энергетических установок. Опыт эксплуатации показал, что при безвахтенном обслуживании необходим минимальный объем автоматизации. Все автоматизированные элементы должны проектироваться с точки зрения единого системного подхода. В следующей статье обсуждается вопрос об эффективности автоматизации судов. Рассматривается возможность автоматизации судовождения. Далее речь идет об автоматической системе управления газотурбинной установкой с валогенераторами на скоростных транспортных судах. Рекомендуется применение единой тиристорной системы управления. Другая статья посвящена вопросу предупреждения коротких замыканий в судовой электросети и защитным мерам по устранению последствий аварий. Предлагаются мероприятия по снижению напряжения тока короткого замыкания в судовой электросети. В следующей статье обобщен опыт охлаждения контейнеров на контейнеровозах. Рассматриваются способы применения охлаждаемых контейнеров с изоляцией (но без холодильных элементов), предназначенных для подключения к холодильным агрегатам. Далее исследуется надежность атомоходов в процессе их эксплуатации. Статистические данные о столкновении судов позволили разработать эффективные схемы защиты реакторов. Приведены результаты испытаний моделей атомоходов, проведенных в разных странах. Представляет интерес статья о танкерах-баржевозах. Сопоставление стоимости постройки и эксплуатации обычных танкеров и танкеров-баржевозов, на которых часть груза доставляется в двух наливных баржах, а остальная — в обычных танках, показывает, что эксплуатационные расходы на баржевозах ниже (особенно для судов с осадкой до 12—13 м).



ЕЩЕ РАЗ О МАКЕТИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ЯКОРНЫХ УСТРОЙСТВ

(В порядке обсуждения)

К. Г. Крейчман

УДК 629.12 015.65.001.2

Известно, что макетирование элементов якорного устройства в натуральную величину требует затраты значительных средств и материалов, а также наличия специальных производственных площадей. К тому же на деревянных макетах невозможно обеспечить соблюдение механического подобия с натурой.

Следует согласиться с авторами статьи [1] в том, что макетирование элементов якорного устройства можно осуществлять в масштабе с соблюдением условий механического подобия. Это позволит достаточно точно определить элементы якорного устройства. Тем не менее, видимо, макетирование в цехе в натуральную величину или в масштабе не следует выполнять для всех строящихся судов. Это мнение основано на большом теоретическом материале и практическом опыте, накопленном в мировом и отечественном судостроении.

В самом деле, в известных пособиях по судовым устройствам (В. Л. Поздюнина, И. И. Краковского и других авторов) имеется достаточно указаний для правильного выбора углов наклона якорной трубы клюза к ДП судна, наружной обшивке корпуса и плоскости палубы; известны также эмпирические формулы определения диаметра и длины якорной трубы в зависимости от размера веретена якоря и угла наклона трубы клюза. Эти данные весьма подробно дополняются исследованиями П. В. Иванова о необходимых параметрах для проектирования якорных клюзов с нишами, обеспечивающими втягивание якоря в клюз без застревания лап и его прилегание как для якорных клюзов с нишами при крутых наклонах труб, так и с нишами при пологих наклонах труб в случаях, когда якорная скоба упирается в трубу клюза или ее не касается [2], [3], [4]. В работах П. В. Иванова имеется четкий ответ на вопрос, при каких обводах корпуса в носовой части, точнее, при каких углах наклона этих обводов к вертикали возможна установка ниши без застревания лап при втягивании якоря. П. В. Ивановым разработана методика проектирования так называемого итальянского клюза [5]. Интересный и приемлемый для практического использования метод проектирования якорного клюза разработан инженером Черноморского ЦПКБ ММФ О. И. Крым-

ской [6]. Указанные материалы дают возможность проектанту определить с достаточной точностью все параметры якорного устройства без макетирования на стадиях технического и рабочего проектирования.

Возможно, однако, что на стадии рабочего проектирования потребуется уточнение некоторых элементов якорного устройства. Это достигается с помощью примитивной картонной модели носовой части корпуса в масштабе без соблюдения механического подобия. Стоимость такой модели, а также производственные издержки невелики.

Все это позволяет для серийных судов водоизмещением до 5000—6000 т с неусложненным якорным устройством и ненасыщенной носовой оконечностью отказаться от предварительного дорогостоящего макетирования в цехе. Такой подход показал положительные результаты при проектировании и изготовлении якорного устройства морского судна водоизмещением 2400 т (масса якоря 1250 кг).

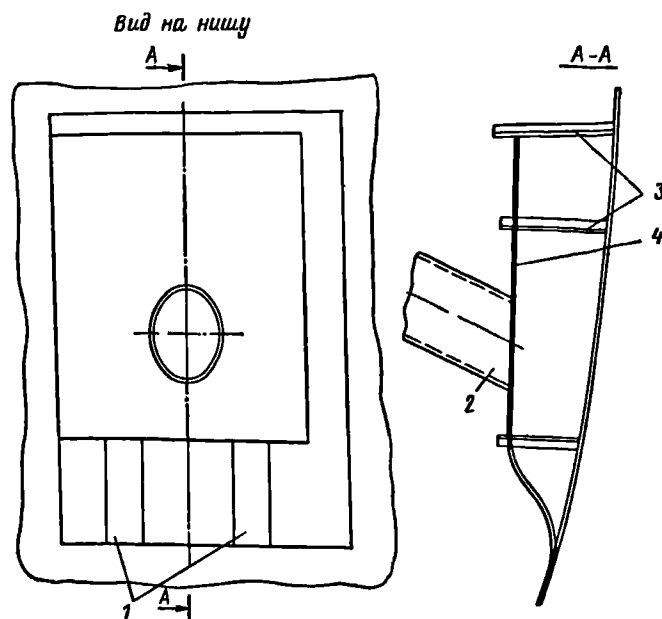


Схема установки фальшниши и фальштрубы.

1 — полосы для скольжения лап; 2 — фальштруба; 3 — временные кницы для удержания внутренней стенки; 4 — внутренняя стенка ниши.

По рабочим чертежам, не откорректированным с помощью деревянного макета, при нахождении судна на плаву на одном борту носовой части корпуса была установлена фальшниша с внутренней плоской стенкой (изготовленной из листового материала толщиной 3 мм) и фальштруба. Боковые стенки и верхняя часть ниши отсутствовали. Внутренняя стенка удерживалась временными кницами, приваренными к корпусу. В местах вероятного

движения лап предусматривались гнутые полосы достаточной ширины, чтобы обеспечить скольжение лап до окончательного прилегания якоря к внутренней стенке ниши (см. рисунок). На этом же борту при установленном брашпилье было окончательно отработано положение трубы клюза, внутренней стенки и форма поверхности нижней части ниши по конфигурации полос для скольжения лап, а затем изготовлены и установлены ниша с трубой. Заметных расхождений с проектом не отмечено. Испытания якорного устройства с одного борта при подъеме и втягивании якоря в нишу дали положительные результаты. На противоположном борту по шаблонам с места была установлена ниша с трубой.

Положительные результаты сдаточных испытаний якорного устройства в целом позволили использовать его и на последующих судах серии.

Предложенная методика отработки элементов якорного устройства с помощью фальшниши и фальштрубы может быть осуществлена не только на плаву, но и на стапеле. Вопрос о применимости этой методики должен быть решен для каждого

конкретного судна с учетом особенностей конструкции, серийности строительства, производственных возможностей завода, опыта проектирующей организации и других факторов. Выигрыш при отказе от предварительного макетирования в цехе не вызывает сомнений. Предлагаемый метод позволяет более точно определять элементы якорного устройства, поскольку он максимально учитывает условия эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лейзерман В. Ю., Шифрин С. И. Условия подбора при макетировании элементов якорных устройств. — «Судостроение», 1971, № 5.
2. Иванов П. В. Вопросы проектирования якорных клюзов с нишами. — «Судостроение», 1964, № 5.
3. Иванов П. В. Условия самовывалывания якоря из пологого клюза. — «Судостроение», 1960, № 3.
4. Иванов П. В. Диаграммы втягиваемости якорей в обыкновенные якорные клюзы. — «Судостроение», 1958, № 5.
5. Иванов П. В. Метод проектирования якорного клюза итальянского типа. — «Судостроение», 1962, № 8.
6. Крымская О. И. Метод проектирования якорного клюза с нишей. — «Судостроение», 1962, № 8.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗНАК КАЧЕСТВА — СУДОВЫМ ЛЕБЕДКАМ



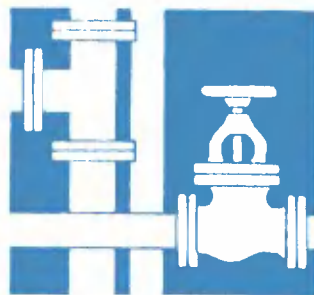
Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР присвоил Государственный Знак качества и утвердил государственные стандарты на судовые промысловые лебедки

Наименование государственного стандарта	Обозначение
Лебедки судовые промысловые грузовые ЛЭ65. Требования к качеству аттестованной продукции	ГОСТ 5.1208—72
Лебедки судовые грузовые специальные ЛЭ60. Требования к качеству аттестованной продукции	ГОСТ 5.1209—72

Лебедки судовые промысловые грузовые ЛЭ65 с электрическим приводом устанавливаются на судах рыбопромыслового флота и предназначены для производства промысловых и грузовых операций. Лебедки имеют два грузовых барабана с планетарными редукторами — основной (канатоемкостью

100 м с тяговым усилием 3600 кгс) и приставной (канатоемкостью 40 м с тяговым усилием 11 200 кгс). Скорость выбирания шкентеля на основном барабане 50 м/мин, на приставном — 15 м/мин. Габариты лебедок ЛЭ65 3105×1460×1315 мм, масса не более 5500 кг. Лебедки надежно работают в условиях заливания морской водой при бортовой качке до 22°, при длительном крене до 15° и при дифференте до 10°. Гарантийный ресурс безотказной работы составляет 525 ч, общий ресурс 20 000 ч и общий срок службы 20 лет. Лебедки ЛЭ65 по своим эксплуатационным показателям и по габаритам соответствуют лучшим образцам лебедок, выпускаемых за рубежом.

Лебедки судовые грузовые специальные ЛЭ60 также предназначены для использования на судах рыбопромыслового флота. В качестве приводов используются основной и дополнительный электродвигатели. Лебедки имеют один швартовный и один грузовой барабан с встроенным в него планетарным и цилиндрическим редукторами. Номинальное тяговое усилие на грузовом барабане (канатоемкостью 155 м) 3600 и 5600 кгс, на швартовном — 5600 кгс. Скорость подъема груза при работе основного и дополнительного электродвигателей — не менее 72 и 95 м/мин. Масса лебедок не превышает 5600 кг. Лебедки ЛЭ60 надежно работают при температуре окружающего воздуха от минус 30 до плюс 45°С, относительной влажности до 98%, длительном крене до 10° и бортовой качке до 16°. Гарантийный ресурс безотказной работы составляет 360 ч, общий ресурс 20 000 ч и общий срок службы — 20 лет. По сравнению с лучшими образцами лебедок зарубежного производства, лебедки ЛЭ60 обеспечивают более высокую скорость подъема груза.



БАЛЛАСТНАЯ СИСТЕМА С РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМ И РАЗГРУЗОЧНЫМ КАНАЛАМИ

Е. В. Бридан, А. С. Ковалева, В. Д. Буряк,
В. Д. Долина, М. А. Литвак

УДК 629.12.06.011.523

При ходе в балласте морские транспортные суда вынуждены принимать водяной балласт в количестве 15—20% дедвейта на сухогрузных судах и 40—60% дедвейта на балккэриерах. Рост водоизмещения балккэриеров и стремление сократить время грузовых операций в портах требуют создания балластных систем, обеспечивающих резкое уменьшение времени балластировки.

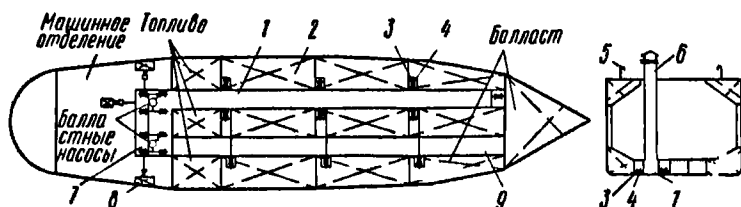


Рис. 1. Схема балластной системы с распределительным и разгрузочным каналами.

1 — балластный распределительный канал; 2 — балластные емкости; 3 — перепускная арматура; 4 — сухая выгородка; 5 — воздушная труба; 6 — разгрузочный канал; 7 — кингстонный распределительный канал; 8 — кингстонный ящик; 9 — «сухой» междуудонный тоннель для прокладки трубопроводов.

Для приема или удаления десятков тысяч тонн балласта за 6—8 ч [1] на балккэриерах приходится применять балластные насосы производительностью 1000—5000 т/ч, диаметры магистральных трубопроводов увеличить до 400—800 мм. Как следствие этого, возрастут сечения воздушных труб балластных цистерн, которые в целях обеспечения безопасности балластируемых цистерн должны иметь площадь поперечного сечения на 25% большую, чем у приемно-наполнительных трубопроводов. Все это приводит к значительному увеличению веса балластных систем и трудоемкости их изготовления и монтажа.

С учетом вышесказанных соображений на отечественных балккэриерах дедвейтом 35 800 * т разработана и внедрена балластная система нового типа [2], отличающаяся наличием разгрузочного канала, соединяющего распределительный канал с атмосферой (рис. 1). Верхний участок разгрузочного канала находится выше верхнего уровня балластируемых цистерн, что обеспечивает их безопас-

ное заполнение. Диаметр воздушных труб выбирается только из условия обеспечения входа и выхода воздуха из балластных цистерн без учета площади поперечного сечения приемно-наполнительных трубопроводов. Балластный распределительный канал 1, проложенный вдоль судна в междудонном пространстве (см. рис. 1), связан с балластируемыми емкостями 2 через запорные органы 3, которые могут устанавливаться как в распределительном канале, так и в сухих выгородках 4. Воздух поступает в балластную емкость и выходит из нее через воздушную трубу 5.

Балластировка судна осуществляется следующим образом. Забортная вода самотеком через кингстон или насосами подается в распределительный канал, откуда через запорный орган она поступает в соответствующую емкость. По мере заполнения емкости уровень воды в разгрузочном канале поднимается. В случае переполнения балластной емкости избыток воды выходит через разгрузочный канал. Операция удаления балласта осуществляется в обратной последовательности.

Площадь поперечного сечения разгрузочного канала F (м²) в соответствии с Правилами Регистра СССР должна превышать на 25% суммарную площадь патрубков насосов, нагнетающих забортную воду в распределительный канал, т. е.

$$F > 1,25 \sum f_i$$

где f_i — площадь напорного патрубка балластного насоса, подающего воду в распределительный канал, м².

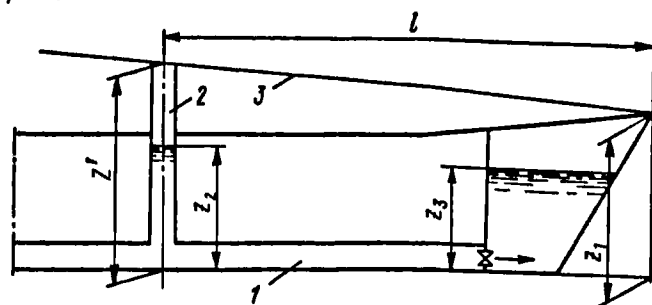


Рис. 2. Расчетная схема определения высоты разгрузочного канала.

1 — распределительный канал; 2 — разгрузочный канал; 3 — линия дифферента.

Положение верхней кромки разгрузочного канала определяется в зависимости от его места на судне и от положения наибольшего уровня балласта в емкостях, а также с учетом последовательности балластировки и состояния нагрузки на корпус судна. На рис. 2 представлена схема расчета высоты разгрузочного канала Z' (м) в случае балластировки форпика (если в нем самый высокий уро-

* Подробное описание головного судна опубликовано в журн. «Судостроение», 1969, № 3, стр. 3.

вень). Как видно из схемы, высота разгрузочного канала (от основной линии) составит

$$Z' = z_1 + \frac{\Delta l}{L}, \quad (1)$$

где z_1 — возвышение верхней кромки форпика над основной линией, м;

Δ — дифферент, соответствующий посадке судна после балластировки форпика, м;

L — длина судна между перпендикулярами, м.

Полученная по формуле (1) высота разгрузочного канала должна быть увеличена по следующим причинам. Во-первых, пере-

текание воды из распределительного канала в балластируемую емкость происходит за счет разности уровней z_3 в этой емкости и z_2 в разгрузочном канале (см. рис. 2). В результате этого при полном заполнении форпика уровень воды в разгрузочном канале будет выше верхней кромки форпика на величину Δz (м). Принимая количество воды, поступающей в форпик, равным производительности балластного насоса, величину Δz найдем по формуле

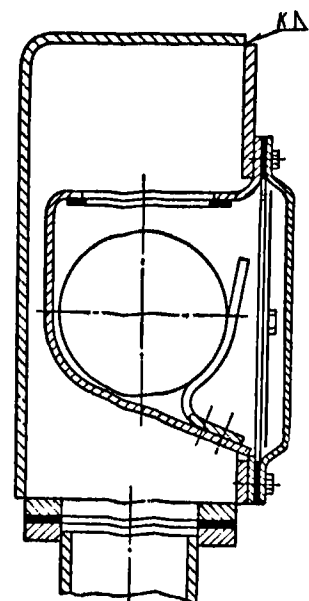


Рис. 3. Головка для воздушных труб судовых цистерн.

$$\Delta z = z_2 - z_3 = \frac{Q^2}{2g(\mu S)^2},$$

где Q — производительность балластного насоса, м³/ч;

μ — коэффициент расхода арматуры, обеспечивающей перепуск воды в форпик;

S — расчетная площадь перепускной арматуры, м².

Во-вторых, поскольку применение разгрузочного канала позволяет уменьшить диаметр воздушного трубопровода балластируемой емкости, то внутри нее установится давление p больше атмосферного p_a на величину потери давления воздуха в воздушном трубопроводе. Таким образом, определяемая высота разгрузочного канала Z (м) будет равна

$$Z = Z' + \Delta z + \frac{p - p_a}{\gamma}.$$

Величину p можно определить из условия равенства объемов воздуха, выходящего из балластируемой емкости, и воды, поступающей в эту емкость. Следует иметь в виду, что увеличение высоты разгрузочного канала ведет к возрастанию давления в цистернах, что нужно учитывать в расчете их прочности. Поэтому при определении Z необходимо считать, что окончательное заполнение форпика будет происходить на сниженной производительности одного из балластных насосов. Кроме того, последовательность проведения балластных операций нужно назначать таким образом, чтобы балластировка форпика не совпадала с максимальным дифферентом судна.

Внутренний диаметр воздушных труб из балластных емкостей можно найти из условия, что потери давления при выходе воздуха из воздушного трубопровода h не будут превышать давления H_n , которым испытываются цистерны, т. е.

$$h = kH_n,$$

где $k=0,5$ — коэффициент запаса.

Потери давления воздуха в воздушном трубопроводе складываются из потерь на трение h_f и

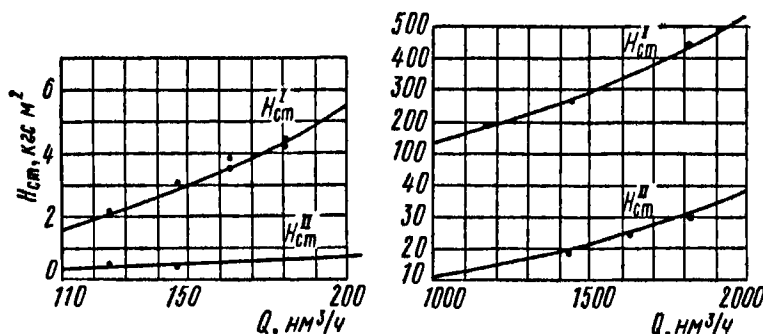


Рис. 4. Зависимость статического давления перед головкой для воздушных труб от общего расхода воздуха.

местных потерь h_w . Величина h_f определяется по обычной формуле потери напора в гладкой трубе. Величина h_w из-за незначительной длины и прямолинейности воздушных трубопроводов в основном определяется потерями давления в воздушной головке. В настоящее время воздушные трубы судовых цистерн, как правило, снабжаются воздушными головками (рис. 3), разработанными в соответствии

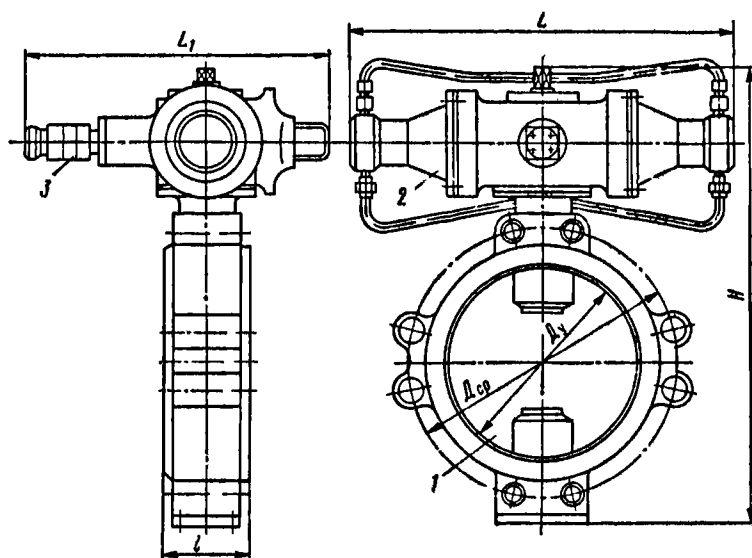


Рис. 5. Поворотный затвор с гидроприводом. 1 — затвор с поворотным диском; 2 — поршневой гидропривод с фиксирующим устройством; 3 — сигнализирующее устройство.

с авторским свидетельством [3]. Результаты испытания такой воздушной головки D_1 150, показаны на рис. 4.

В качестве запорных органов, обеспечивающих перепуск воды из распределительного канала в балластные емкости и обратно, наиболее целесообразно использование поворотных затворов с дистанционным гидравлическим приводом (рис. 5). Массо-габаритные характеристики поворотных затворов

Массо-габаритные характеристики поворотных затворов с гидроприводом

D_y , мм	H , мм	L_1 , мм	L , мм	$D_{ср}$, мм	l , мм	Масса, кг
150	414	426	370	217	67	42
250	648	496	608	341	98	113
400	957	635	961	505	151	325
500	1066	635	961	610	169	385
600	1322	737	1286	770	205	720
800	1628	823	1536	950	250	1324

приведены в таблице. Проводимыми средами являются заборная и пресная вода, светлые и темные нефтепродукты (бензин, керосин, мазут, нефть, масло, дизельное топливо). Давление проводимой среды 16 кгс/см²; температура от минус 2 до плюс 80°С. В качестве рабочей среды используется масло давлением 75—150 кгс/см² при температуре от минус 25 до плюс 80°С. Затворы могут надежно работать в затопленном помещении с наружным давлением до 3 кгс/см², а также на открытой палубе в условиях тропиков. Затворы снабжены пневматическим сигнализатором крайних положений. Местное аварийное управление осуществляется с помощью ручного переносного насоса, входящего в объем постановки затворов с гидроприводом. В случае расположения затворов в труднодоступ-

ном месте ручной насос подключается к трубам, соединенным со штуцерами гидропривода. Основными узлами конструкции запорных устройств с гидроприводом являются затвор с поворотным диском, поршневой гидропривод, фиксирующее устройство (гидрозамок), сигнализирующее устройство. Фиксатор положения (гидрозамок) служит для герметичного запираания масла в полостях цилиндров, благодаря чему достигается фиксация любого положения диска затвора. Гидрозамок снабжен предохранительными клапанами, стравливающими масло при возрастании давления в случае нагревания затвора. При этом часть масла сливается в подводящие трубопроводы, и давление в цилиндрах снижается.

Опыт эксплуатации балккэриеров, оборудованных балластной системой с распределительным и разгрузочным каналами, подтвердил высокую эффективность и надежность этих систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андерсон Д. Некоторые вопросы проектирования судов для перевозки массовых грузов. — «Судостроитель и судовой машиностроитель», 1963, № 9.
2. Буряк В. Д., Литвак М. А., Долина В. Д., Бридан Е. В. Балластная система судна. Авторское свидетельство № 256539. — «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1969, № 34.
3. Бутенко В. Д., Григорьев А. П., Меркулов В. И., Слободян В. И. Головка для вентиляционных труб судовых цистерн. Авторское свидетельство № 207756. — «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1968, № 2.

УДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ШУМА ВЕНТИЛЯТОРОВ

А. Н. Майборода

УДК 697.92:533.6

Наряду с разработкой традиционных мероприятий по глушению шума вентиляторов на путях его распространения усилия исследователей направлены на поиски способов борьбы с шумом, возникающим непосредственно в источнике. Существенных успехов в этом направлении пока не достигнуто, а результаты отдельных работ не всегда согласуются между собой. Последнее, по-видимому, может быть объяснено применением недостаточно строгих методов измерений и обработки опытных данных, а также отсутствием общепринятой методики удельной оценки акустических свойств вентиляторов.

Известны многочисленные предложения по способам удельной оценки акустических качеств вентиляторов [1, 2, 3 и др.]. Наибольшее распространение получило эмпирическое выражение для удельного уровня акустической мощности [2, 3, 4]:

$$L_{P_{уд}} = L_P - 10 \lg \frac{Q}{Q_0} - 20 \lg \frac{H}{H_0}, \quad (1)$$

где L_P — уровень акустической мощности, дБ;
 Q — производительность, м³/с;

H — полное давление, создаваемое вентилятором, кгс/м²;

H_0 и Q_0 — единичные значения давления и производительности вентилятора.

Весьма перспективной является попытка увязать удельный уровень акустической мощности вентилятора с его быстроходностью n_y [2]. Эта же мысль высказывается и в работе [4], однако, по данным работы [3], подобную зависимость установить не удалось. В то же время общеизвестна закономерность изменения формы рабочего колеса, типа и экономичности вентилятора в зависимости от его быстроходности, т. е. величина n_y определяет геометрию проточной части и характер течения воздуха в вентиляторе.

Наиболее полные данные о зависимости $L_{P_{уд}}$ (n_y) имеются в работе [2], где обобщены результаты измерений акустической мощности центробежных и осевых вентиляторов. На рис. 1 наряду с данными, заимствованными из работы [2], приведены параметры осевых вентиляторов фирмы Вудс (Англия) с числом ступеней 1—4, в том числе со встречным вращением колес [5], центробежного вентилятора Ц4-70 ЦАГИ им. проф. Н. Е. Жуковского [6] и рассчитанные по результатам измерений интенсивности звука удельные акустические мощности судовых центробежных вентиляторов серии ЦС [7]. Все данные получены в расчете на одно (обычно приемное) отверстие вентилятора. Как видно из рис. 1, для

удельного уровня акустической мощности $L_{P_{уд}}$ отчетливо проявляется зависимость от быстроходности вентилятора, причем для крайних значений n_y из исследованного диапазона $n_y = 10 + 400$ различие в величине $L_{P_{уд}}$ достигает 20 дБ.

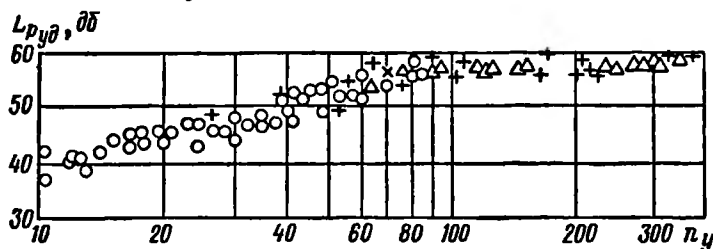


Рис. 1. Зависимость удельного уровня акустической мощности вентиляторов от их быстроходности.

0 — центробежные вентиляторы ЦС; + — центробежные и осевые вентиляторы [2]; Δ — осевые вентиляторы фирмы Вуде [5]; X — центробежный вентилятор Ц4-70 [6].

Вопрос об удельной оценке шумности вентилятора целесообразно рассматривать с позиций теории подобия. Отметим особенности предлагаемого подхода. Наибольшие разногласия среди исследователей вызывает структура критерия, отражающего излучаемую вентилятором акустическую энергию. Примем за характерную акустическую величину интенсивность звука I ($\text{кгм/с} \cdot \text{м}^2$) в излучающем отверстии вентилятора, которое будем считать совпадающим с сечением входа в его рабочее колесо. При определении соответствующего критерия приведем его к виду, соответствующему опытной зависимости (1). После некоторых преобразований получим следующее критериальное выражение для процесса широкополосного акустического излучения вентилятора:

$$I = \frac{QH^2}{D_2^2} \frac{1}{\rho c^2} F_1(\bar{Q}, \bar{H}, M, Re), \quad (2)$$

где $\bar{Q} = \frac{Q}{D_2^2 u_2}$ — коэффициент производительности;

$\bar{H} = \frac{H}{\rho u_2^2}$ — коэффициент давления;

$M = \frac{u_2}{c}$ — число Маха;

$Re = \frac{\rho D_2 u_2}{\mu}$ — число Рейнольдса;

D_2 — наружный диаметр колеса;

u_2 — окружная скорость колеса;

ρ, μ и c — плотность воздуха, его коэффициент вязкости и скорость звука.

Число M при значениях, характерных для вентиляторов, практически не оказывает влияния на акустические процессы в них [1, 2 и др.], что дает основание для исключения его из числа определяющих критериев. В известных технических источниках нет достаточно подробных данных о наличии и границах влияния числа Re на шумообразование в вентиляторах. Можно лишь предположить, что в автомодельной области, где критерий Re не влияет на подобие аэродинамических процессов, он не будет определять акустических характеристик вентиляторов. Учитывая это и предыдущие предположения, представим выражение (2) в упрощенном виде:

$$I = \frac{QH^2}{D_2^2} \frac{1}{\rho c^2} F_2(\bar{Q}, \bar{H}). \quad (3)$$

Судя по зависимости (3), шумность вентилятора определяется его аэродинамическими параметрами, размерами и является некоторой функцией коэффициентов $\bar{Q}$ и $\bar{H}$, связанных с его схемой, быстроходностью и режимом работы. Переходя в выражении (3) к уровню интенсивности в логарифмической шкале, получим (в дБ)

$$L = 10 \lg \frac{F_2(\bar{Q}, \bar{H})}{I_0 \rho c^2} + 10 \lg \frac{QH^2}{D_2^2}, \quad (4)$$

где I_0 — пороговая интенсивность звука, 10^{-12} Вт/м^2 ;

Q, H, D_2 — отвлеченные коэффициенты, равные по численному значению производительности, полному давлению и диаметру рабочего колеса вентилятора.

Первый член правой части уравнения (4) обозначим через $L_{уд}$ («удельный уровень шума»), т. е. уровень шума в излучающем отверстии условного вентилятора с единичными значениями производительности, полного давления и диаметра рабочего колеса. Согласно принятому обозначению, получим

$$L = L_{уд} + 10 \lg \frac{QH^2}{D_2^2}. \quad (5)$$

Выражение для акустической мощности вентилятора L_p можно получить из формулы (5) с учетом значения площади излучающего отверстия $F_{изл}$:

$$L_p = L_{уд} + 10 \lg \frac{QH^2}{D_2^2} + 10 \lg F_{изл}.$$

Приняв ранее за излучающее отверстие вентилятора сечение входа в рабочее колесо, определим его площадь для центробежных вентиляторов

$$F_{изл} = \frac{\pi D_0^2}{4},$$

где D_0 — диаметр входа в колесо.

Для осевых вентиляторов можно получить

$$F_{изл} = \frac{\pi D_2^2}{4} (1 - \nu^2),$$

где $\nu = \frac{D_1}{D_2}$ — втулочное отношение колеса;

D_1 — внутренний диаметр облопатывания колеса.

После некоторых преобразований запишем окончательно следующие выражения для удельного уровня шума (в дБ) центробежных и осевых вентиляторов:

$$L_{уд} = L_p - 10 \lg Q - 20 \lg H - 20 \lg \frac{D_0}{D_2}; \quad (6)$$

$$L_{уд} = L_p - 10 \lg Q - 20 \lg H - 10 \lg (1 - \nu^2). \quad (7)$$

Полученные зависимости не противоречат известным рекомендациям по пересчету акустических характеристик подобных вентиляторов при изменении их геометрических размеров или частоты вращения. В этом случае выражения (6) и (7) для разности уровней акустических мощностей двух аналогичных вентиляторов имеют вид соотношения типа (1), используемого для соответствующих пересчетов [2, 3, 4 и др.].

Сопоставим качественные различия используемого в настоящее время метода определения удельного уровня акустической мощности $L_{P_{уд}}$ (1) и предлагаемого способа подсчета удельного уровня шума $L_{уд}$ (6) и (7) применительно к вентиляторам с различными схемами и быстроходностью. Критерий $L_{P_{уд}}$ характеризует излучаемую вентилятором акустическую мощность и может использоваться для выбора наименее шумного вентилятора на заданные аэродинамические параметры. В частности, как видно из рис. 1, можно предположить, что при данных Q и H выгоднее применить вентилятор по возможности с меньшей быстроходностью. При этом будет меньше и излучаемая им акустическая мощность. Критерий $L_{уд}$ в известной степени учитывает геометрические особенности аэродинамической схемы и типа вентилятора, так как вводит в рассмотрение связанные с ними величины $\frac{D_0}{D_2}$ для центробежных и $\frac{D_1}{D_2}$ для осевых вентиляторов. Ввиду того что уровень интенсивности звука в излучающем отверстии характеризует его шумность, удельный уровень шума $L_{уд}$ может служить мерой акустического совершенства вентилятора. В этом случае вентиляторы с одинаковой величиной $L_{уд}$ должны рассматриваться как отработанные акустически в равной степени, хотя соответственно своим площадям излучения они могут иметь различные удельные и общие уровни акустической мощности.

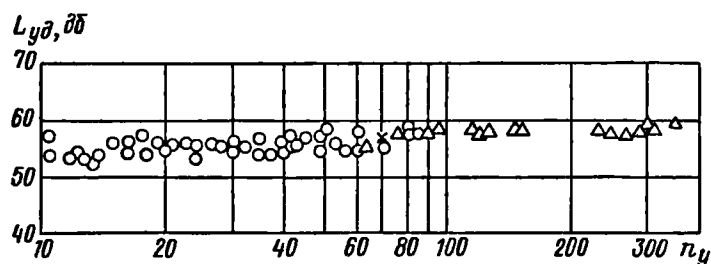


Рис. 2. Зависимость удельного уровня шума от быстроходности центробежных и осевых вентиляторов (обозначения те же, что на рис. 1).

На рис. 2 даны акустические характеристики вентиляторов различных схем и типов в зависимости от n_y , обработанные в форме удельных уровней шума $L_{уд}$ по выражениям (6) и (7). Здесь не представлены лишь данные по вентиляторам, приведенные в работе [2], для которых отсутствуют сведения по геометрическим соотношениям. Можно заметить, что по сравнению с рис. 1 значительно уменьшено влияние на $L_{уд}$ быстроходности венти-

ляторов. По-видимому, нужно считать, что зависимость $L_{P_{уд}}(n_y)$ основана на различии геометрических соотношений вентиляторов разной быстроходности, определяющих величину площади их излучающего отверстия. Интересным является факт весьма малого различия величин $L_{уд}$ для вентиляторов самых разнообразных схем и типов, представленных на рис. 2. Наряду с центробежными вентиляторами с различными типами рабочих колес здесь показаны одноступенчатые осевые вентиляторы со спрямляющим аппаратом и без него, многоступенчатые осевые вентиляторы (с числом ступеней до четырех) и со встречным вращением колес. Все приведенные серии вентиляторов известны своей высококачественной акустической обработкой, что, видимо, и подтверждается практическим совпадением их удельных уровней шума. Возможно, указанное совпадение вызвано и более глубокими физическими причинами, анализ которых, однако, еще требует соответствующего рассмотрения. В целом (по данным рис. 2) можно считать, что современные малозумные центробежные вентиляторы имеют величину удельного уровня шума $L_{уд} = 56 \pm 3$ дБ, а осевые — 58 ± 2 дБ.

Возвращаясь к вопросу об исключении чисел Re и M из состава определяющих критериев подобия в выражении (3), отметим, что кривые на рис. 2 построены при значениях Re и M центробежных вентиляторов, соответственно равных $(0,4-4) \cdot 10^6$ и $0,03-0,3$, и осевых — (число Re отнесено к хорде рабочей лопасти) $5 \cdot 10^4-2 \cdot 10^6$ и $0,05-0,35$. Незначительный разброс точек на графике подтверждает справедливость сделанного ранее допущения для указанных диапазонов изменения Re и M .

Таким образом, использование предлагаемого удельного уровня шума $L_{уд}$ позволяет сопоставлять акустические качества вентиляторов различных аэродинамических схем и быстроходности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юдин Е. Я. Исследование шума вентиляторных установок и методов борьбы с ним. — Труды ЦАГИ, вып. 713. Оборонгиз, 1958.
2. Zeller W. Lärmabwehr bei Lüftungsanlagen. — Forschungsberichte des Landes Nordrhein — Westfalen, 1967, № 1117.
3. Christle D. H., Graham I. B. Sound power level measurements of fan noise. — „Trans. ASHRAE“, 1965, v. 70, 278—289.
4. Laux H. Geräusche Bd. Lüftungs- und Klimaanlage. — „Heizung-Lüftung-Haustechnik“, 1964. Bd. 15, № 10.
5. Aerofoil fans. Woods of colchester limited. Essex, England.
6. Северина Н. Н. Частотная характеристика шума центробежного вентилятора Ц4-70. — «Водоснабжение и санитарная техника», 1962, № 5.
7. Председателев Н. Г. Об интенсивности воздушного шума, создаваемого судовыми центробежными вентиляторами серии ЦС. — «Судостроение», 1962, № 5.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМООБРАЗОВАНИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ ТРУБОПРОВОДОВ ВОЗДУХА

Н. Ф. Егоров, М. В. Обухов

УДК 534.6:697.922.2

Стремление к улучшению весо-габаритных характеристик судовых систем вентиляции и кондиционирования за счет повышения скорости движения воздуха приводит к тому, что наряду с вентиляторами интенсивными источниками шума в этих системах становятся элементы трубопроводов воздуха и арматура. Шумовые характеристики арматуры вентиляционных систем рассмотрены в работе [1].

Ниже приводятся данные, характеризующие шумообразование в элементах трубопроводов воздуха на прямолинейных участках, в коленах и тройниках. Шумовые характеристики этих элементов определялись на специальной установке, в которой поток воздуха поступал к испытываемому элементу практически бесшумно.

Уровни шума, возникающие в элементах трубопроводов при скоростях движения воздуха ~ 30 м/с, становятся сопоставимыми с шумом вентиляторов.

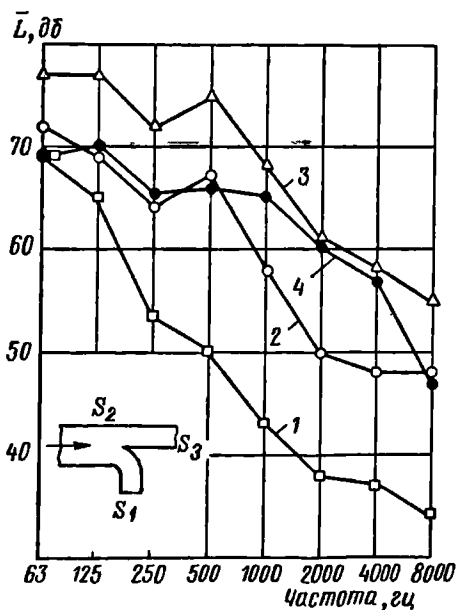


Рис. 1. Октавные уровни звукового давления шума тройника (со стороны ответвления) с плавным ответвлением под углом 90° при $S_1 = S_3 = \frac{1}{2} S_2$ (где S_1 — площадь сечения ответвления; S_2 — суммарная площадь сечения ответвления и основного трубопровода; S_3 — площадь сечения основного трубопровода).
1 — скорость набегающего потока 20 м/с; 2 — 30 м/с; 3 — 40 м/с; 4 — уровни шума на всасывании вентилятора марки 20 ЦС-34.

На рис. 1 показаны октавные уровни шума на выходе из ответвления, приточного тройника при различных скоростях набегающего потока воздуха (в точке, удаленной на 1 м от выходного отверстия и лежащей на луче, пересекающемся с осью канала под углом 45°). Здесь же для сопоставления представ-

лены данные об уровнях шума на всасывании вентилятора 20 ЦС-34, измеренных в аналогичной точке. Очевидно, что при скорости набегающего потока 30 м/с уровни составляющих шума тройника в диапазоне частот 63—500 гц имеют тот же порядок,

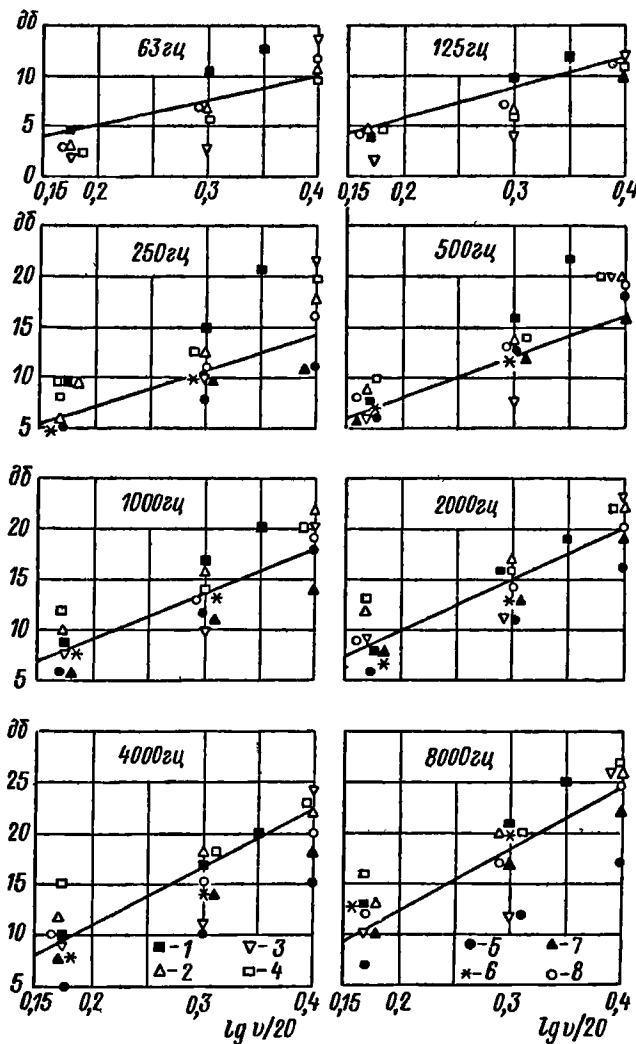


Рис. 2. Изменение уровней шума, возникающего на прямолинейном участке трубопровода при увеличении скорости воздушного потока (уровни шума при $v=20$ м/с приняты за нулевые).

1 — для сечения трубопровода диаметром 200 мм; 2 — для сечения коробчатого воздухопровода размерами 150×240 мм; 3 — для сечения размерами 100×350 мм; 4 — 120×280 мм; 5 — 100×130 мм; 6 — 100×100 мм; 7 — для сечения трубопровода диаметром 100 мм; 8 — средние значения.

что и у вентилятора. При повышении скорости до 40 м/с шум тройника во всем диапазоне частот перекрывает шум вентилятора.

Как и ранее [1], для обобщения результатов испытаний и получения исходных данных, необходимых для расчета, воспользуемся понятием отвлеченного октавного уровня шума $\bar{L}$ (дБ). Тогда уровни шума, возникающего в элементах трубопровода воздуха, определяются следующей зависимостью:

$$L_{\text{пом}} = \bar{L} + m \lg v + 20 \lg D_s + \Delta L_{\text{пом}} - \sum \Delta L_c - \Delta - 72,$$

где $L_{\text{пом}}$ — уровни шума в заданной точке рассматриваемого вентилируемого помещения, дБ;

m — коэффициент, определяемый экспериментально;

- v — скорость набегающего потока, м/с;
 $D_3 = \sqrt{4S\pi}$ — эквивалентный диаметр проходного сечения трубопровода, мм;
 S — площадь этого сечения, мм²;
 $\Delta L_{\text{пом}}$ — поправка, учитывающая влияние вентилируемого помещения на уровни шума, дб;
 $\sum \Delta L_c$ — суммарные потери звуковой мощности в элементах системы при распространении шума в вентилируемое помещение, дб;
 Δ — потери звуковой мощности при переходе шума из системы в помещение, дб.

Порядок определения величин $\Delta L_{\text{пом}}$, $\sum \Delta L_c$ и Δ рассмотрен в работах [1], [2]. Данные, представленные на рис. 2 и характеризующие изменение октавных уровней шума в зависимости от скорости набегающего потока, свидетельствуют о том, что (как и в случае шумообразования в арматуре) $m = 15 \lg f$, где f — среднегеометрические частоты октавных полос. В процессе проведения испытаний измерялись октавные уровни $L_{\text{пом}}$ при различных скоростях движения воздуха (20—50 м/с) и на их основании определялись значения отвлеченных уровней $\bar{L}$.

На рис. 3 представлены данные для прямолинейных участков трубопроводов воздуха, из которых следует, что для них уровни $\bar{L}$ практически не зависят от размеров или формы проходных сечений. Это позволило характеризовать шум, возникающий на прямолинейных участках приточных трубопроводов воздуха, единичными значениями уровня $\bar{L}$ в данной октавной полосе. Уровни $\bar{L}$ для шума, возникающего в приточных тройниках, не зависят от соотношений между площадями ответвляющегося и проходного каналов и от угла между их осями (рис. 4). Установлено также, что уровень шума в

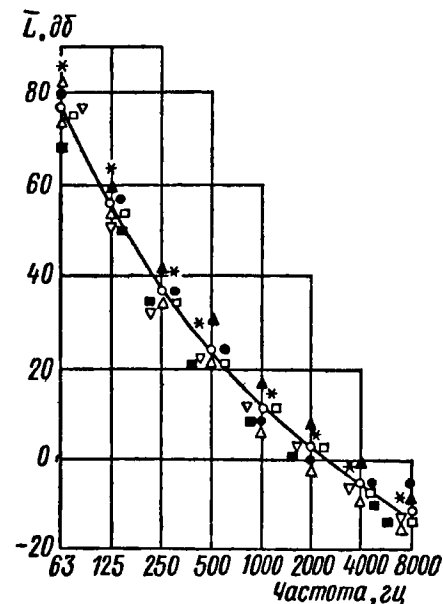


Рис. 3. Отвлеченные октавные уровни шума для вентиляционных каналов с различными размерами и формой проходных сечений (обозначения те же, что у рис. 2).

шумообразования, поэтому радиус, равный $2D_3$, следует считать оптимальным.



Рис. 4. Отвлеченные октавные уровни шума для ответвлений приточных тройников с различными отношениями $\frac{S_1}{S_2}$.
 $1 - \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{4}$ (угол ответвления $\alpha = 45^\circ$); $2 - \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{4}$, $\alpha = 90^\circ$; $3 - \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{3}$, $\alpha = 45^\circ$; $4 - \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{3}$, $\alpha = 90^\circ$; $5 - \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{2}$, $\alpha = 45^\circ$; $6 - \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{2}$, $\alpha = 90^\circ$.

Таблица 1
Влияние радиуса скругления на уровни шума в трубопроводе воздуха (угол поворота 90°)

Радиус скругления	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Отвлеченный уровень $\bar{L}$, дБ								
$R = D_3$	83	74	55	44	26	13	4	-7
$R = 2D_3$	83	68	51	36	20	7	1	-9
$R = 3D_3$	83	68	47	34	20	7	0	-9

Значения отвлеченных уровней шума $\bar{L}$ для испытанных элементов приведены в табл. 2. На основании этих уровней по приведенной выше формуле можно рассчитать уровни шума в вентилируемых помещениях, обусловленные шумообразованием в элементах трубопроводов воздуха.

Таблица 2
Отвлеченные уровни шума $\bar{L}$ для элементов трубопровода воздуха

Элементы трубопроводов	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Отвлеченный уровень $\bar{L}$, дБ								
Прямолинейный участок	77	56	37	24	11	8	-5	-11
Поворотное колено под углом 30° , $R = 2D_3$	77	59	38	26	13	5	-3	-11
То же, угол 60° , $R = 2D_3$	81	66	45	31	16	6	-2	-9
Приточный тройник, ответвление	88	72	53	41	26	9	-8	-11
То же, проходной канал	88	69	51	36	21	9	-3	-11

ответвлении несколько выше (на 3—5 дБ) его значений для проходного канала. Уровни шума, которые создаются потоком воздуха в поворотных коленах, зависят от угла поворота и от радиуса скругления. Влияние последнего можно оценить по данным табл. 1. Увеличение радиуса скругления свыше $2D_3$ практически не дает снижения уровня

Выводы

1. При скоростях движения воздуха в системе 30 м/с уровни шума, возникающие в фасонных элементах трубопроводов воздуха, сопоставимы с уровнями шума вентиляторов.

2. Приведенные данные позволяют выполнить расчет октавных уровней шума, создаваемого элементами трубопроводов.

3. Снижения шума путевых элементов системы следует добиваться установкой глушителей непо-

ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ ЖУРНАЛОВ

SCHIFF UND HAFEN, 1971 (№ 12, декабрь). Декабрьский номер журнала открывается материалами ноябрьской конференции технического общества судостроителей ФРГ. В докладе, посвященном судам на воздушной подушке, отмечается их успешное развитие как транспортного средства, имеющего высокую скорость при малом сопротивлении. Стоит задача снижения шумности, повышения ресурса двигателей, улучшения комфортных условий. В другом докладе рекомендуется увеличивать скорость поршня и среднее эффективное давление в дизелях. С ростом теплонапряженности дизелей потребуется усилить степень утилизации тепла уходящих газов и охлаждающей воды. Следующий доклад посвящен серийной постройке судов: в 1971 г. танкеры строились сериями по 10—15 единиц (так фирма Акергроуп — 14 танкеров дедвейтом по 283 000 т, а Мицубиси — 10 судов дедвейтом по 260 000 т). Средняя валовая вместимость строящихся сухогрузных судов составляла в 1970 г.: в Швеции 57 000 рег. т, в Дании — 30 000 рег. т, в Японии — 26 000 рег. т, в ФРГ — 16 000 рег. т. Для танкеров эта величина составляла ~50 000 рег. т. Ожидается, что в 1974 г. наибольшая серийность постройки судов составит: для танкеров дедвейтом по 250 000 т — 21, 270 000 т — 19, для нефтерудовозов дедвейтом по 90 000 т — 6, балккэриеров дедвейтом по 70 000 т — 21. Опыт постройки показал, что снижение трудоемкости начнется на шестом-седьмом судне серии. В следующем докладе рассказывалось о системном подходе при проектировании высокоавтоматизированного судна. Опыт автоматизации позволил уточнить минимальный ее объем, обеспечивающий безвахтенное обслуживание машинного отделения. В другом докладе речь шла о газотурбинных установках для скоростных транспортных судов. Это легкие автоматизированные ГТУ фирмы Пратт энд Уитни типа FT-4 с валогенераторами. Представляют также интерес результаты серии экспериментов, проведенных в ФРГ, Японии, Италии, Англии с моделями атомных реакторов с целью выбора оптимального расположения реактора по длине судна и конструкций противударной защиты. В следующем докладе приведены рекомендации по сварке в судостроении: новые материалы и их свариваемость, их прочностные характеристики и зависимость прочности шва от свойств сварочной проволоки, способов защиты ванны от окисления и т. п. В журнале помещена также подборка из 14 докладов, сделанных на конференции по вопросам обитаемости на судах. В первом докладе поставлены общие задачи по улучшению условий обитаемости в машинном отделении, рассказано о проблеме уменьшения шума, высоких температур, запахов, вибрации и т. п. В следующем докладе рассказано о проектировании жилых помещений на сухогрузных судах, необходимости локализации вредного воздействия горячего воздуха, шума. На судах предусматриваются комнаты отдыха, фотолаборатории, спортивные комплексы и т. п. Не менее интересен доклад о проектировании постов на мостике с учетом требований эргономики (при подборе и расположении оборудования, средств управления и контроля). Обращает внимание на оформление приборов, их освещенность, цветовую гамму. Оборудование постов условно разделено по функциональным признакам на элементы системы управления, навигационные средства, устройства сигнализации, указатели состояния энергетической установки и т. п. Пост, рассчитанный на одного оператора, должен иметь удобно расположенные средства управления и контроля, достаточный обзор рабочей палубы и акватории вокруг судна. В обстоятельном докладе

средственно перед воздухораспределительной арматурой, а также за счет ограничения скоростей движения воздуха в трубопроводах.

ЛИТЕРАТУРА

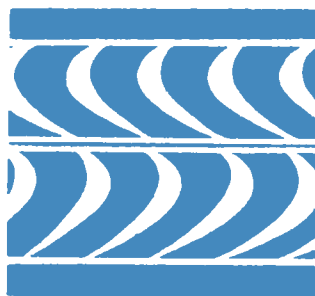
1. Егоров Н. Ф., Обухов М. В. Расчет шумности вентиляционной арматуры. — «Судостроение», 1972, № 8.

2. Егоров Н. Ф. Расчет уровней шума в судовых помещениях с транзитными воздухопроводами. — «Судостроение», 1971, № 11.

приведены данные обследования слуха 1109 моряков, работавших в машинных отделениях. По стажу работы они были разделены на 4 группы: 0—3, 4—6, 7—12 и более 13 лет. В каждой группе было не менее 11 случаев ухудшения слуха. У 57 человек из 126, проработавших больше 13 лет на судах, было серьезное повреждение слуха. Представляет также интерес доклад о токсикологической опасности на судах в связи с увеличением номенклатуры огнеопасных и токсичных грузов, которые составляют уже более 10% от объема всех морских грузов. Рекомендуется выполнение международных конвенций, применение специализированных судов, ознакомление команды с правилами обращения с особо опасными грузами и др. Далее сообщается о новом баржевозе, строящемся на верфи в Кокериле длиной 261 м, шириной 32 м, осадкой 11 м, дедвейтом 43 000 т, рассчитанном на перевозку 83 барж со скоростью 18 уз с дизельной пропульсивной установкой мощностью 26 100 л. с. На верфи Турку строится саморазгружающееся судно дедвейтом 5100 т. Рассказывается также о судне нового типа «Пеликан» водоизмещением 15 000 т, предназначенном для бурения морского дна на больших глубинах. На судне предусмотрены два ВРШ и пять подруливающих устройств, управляемых с помощью компьютера, обеспечивающего удержание судна на одном месте.

1972 (№ 1—2, январь—февраль). В январском номере журнала помещены описания ряда новых судов, в том числе контейнеровоза «третьего поколения» «Гамбург Экспресс», построенного фирмой Блом унд Фосс. Далее рассказывается о спасательном судне «Вассертор», построенном для объединения VTG. Представляет интерес рыболовное судно из усиленного стекловолокна валовой вместимостью 105 рег. т, построенное на Зеебекверфт. За счет разницы в удельном весе стали и стеклопластика увеличена высота надводного борта. На этой же верфи строится универсальный теплоход «Араприде» типа «36-L» дедвейтом 16 350 т. Это третье судно серии из пяти судов, строящихся для Норвегии.

В разделе «Судостроение» февральского номера журнала помещены статьи о новых судах, в частности, о танкере «Си Серпент» дедвейтом 255 000 т серии из 19 судов, построенном объединением Кокумс Меканнска Веркстадс для судовладельцев группы Сален. Новый турбоход валовой вместимостью 125 414 рег. т, грузовой вместимостью 338 595 м³ с паротурбинной установкой мощностью 32 000 л. с. имеет длину наибольшую 340 м, ширину ~52 м, высоту борта 26 м. Представляет также интерес описание двух серийных судов трампового типа «Катиана» и «Штейндам» класса «MPF8», построенных по второму варианту проекта судов этого класса фирмой Оренштейн унд Коппель для эксплуатации у западно-африканского побережья. Суда рассчитаны на перевозку кофе, какао, леса и т. п. На судне установлены два парных крана типа Жемини грузоподъемностью 2×16 т. В качестве главного двигателя использован среднеоборотный дизель фирмы МаК мощностью 6000 л. с., работающий на винт через редуктор и обеспечивающий скорость 17 уз. В следующей статье рассказывается о головном универсальном теплоходе «Эдит Ховальд» дедвейтом 12 100 т, построенном фирмой Оренштейн унд Коппель. Судно оснащено стреловым грузовым устройством с электрическими лебедками грузоподъемностью 35, 22, 5 и 10 т, а при парной работе через траверсу — 70 т. В качестве главного двигателя установлен дизель Пилстик типа 18PC2V мощностью 9630 л. с., обеспечивающий скорость 18 уз. Представляет интерес обзор финского судостроения. В нем отмечается, что годовой объем судостроения составляет ~200 000 рег. т, из которых 10% — на внутренний рынок, остальное — на экспорт. (Продолжение на стр. 52)



ДИЗЕЛИ ТИПА 12ЧН 18/20 ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

*М. А. Миселев, Н. П. Петров,
А. И. Распутник*

УДК 629.124.9.039-8

Легкий быстроходный судовый дизель типа 12ЧН 18/20 марки М50, созданный в 1946 г., в дальнейшем послужил основой для развития целого семейства дизелей и дизельных установок. Благодаря малым габаритам и массе, простоте конструкции и удобству в эксплуатации, а также сравнительно низкой стоимости, двигатели типа 12ЧН 18/20 получили широкое распространение в народном хозяйстве. Общее число модификаций дизелей и дизельных установок этого типа превысило 80. Большинство выпускаемых в настоящее время модификаций дизеля типа 12ЧН 18/20 имеет газотурбинный наддув, значительно повышены их надежность и долговечность.

В 1957 г. горьковские судостроители создали первое отечественное пассажирское судно на под-

водных крыльях (СПК) «Ракета», на котором в качестве главного двигателя был установлен дизель марки М50, отличавшийся малой удельной массой и высокой габаритной мощностью.

Дальнейшее развитие СПК неразрывно связано с совершенствованием судовых модификаций дизеля этого типа. В 1965 г. наряду с модификацией М50Ф начал серийно выпускаться судовый дизель марки М400 номинальной мощностью 1000 л.с. при 1700 об/мин, у которого вместо разъемных блоков цилиндров применены моноблоки. При разработке дизеля М400 были усовершенствованы почти все основные узлы. По внешнему виду, а также по всем габаритным, установочным и присоединительным размерам двигателя М400 и М50Ф идентичны (рис. 1). Дизель М400 являлся промежуточной модификацией в развитии судового двигателя типа 12ЧН 18/20 и предназначался для использования на пассажирских СПК до начала выпуска дизеля М401 с газотурбинным наддувом. После проведения стендовых испытаний дизеля М401 (типа 12ЧН 18/20) начался его серийный выпуск. Двигатель М401 (рис. 2) оснащен двумя турбокомпрессорами, генератором постоянного тока мощностью 3 кВт, дополнительными отборами мощности для привода судового компрессора и гидронасоса. Дизель выпускался с гарантийным ресурсом до первой переборки

2000 ч и полным ресурсом (при двух переборках) 4500 ч. Удельный расход топлива на номинальной мощности у дизеля М401 был на 20 г/(л.с.ч) ниже, чем у двигателей М50Ф и М400, а удельный расход масла уменьшен в 1,5 раза, удалось значительно снизить воздушный шум и вибрацию. Первая серия дизелей М401 успешно прошла эксплуатационную проверку на речных и морских судах на подводных крыльях. С 1971 г. вместо М401 начался выпуск дизелей М401А с ресурсом до первой переборки 2500 ч и полным ресурсом 5000 ч. Отличие двигателя М401А состоит в применении усиленного картера, модернизированного предельного выключателя, принудительной смазки подшипника насоса забортной воды и ряда других усовершенствований.

В настоящее время дизели М401А используются, как правило, для установки на судах новой постройки.

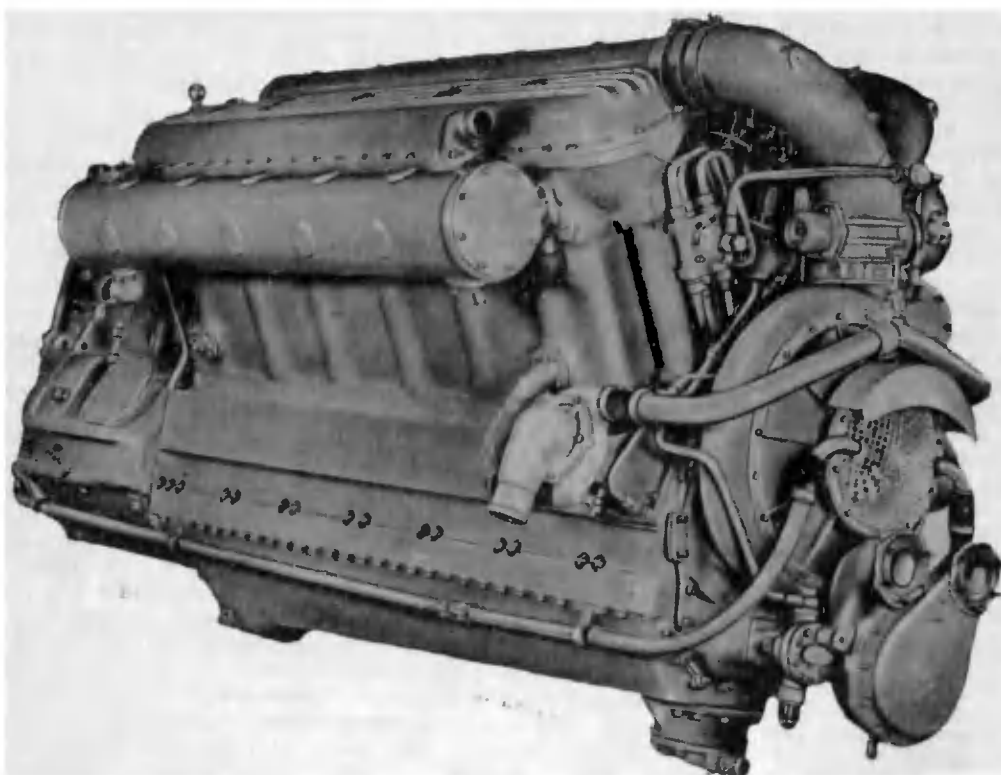


Рис. 1. Главный судовый двигатель типа 12ЧН 18/20 марок М400 и М50Ф с приводным центробежным нагнетателем.

Таблица 1

Данные о ресурсе дизелей типа 12ЧН 18/20

Вид ресурса дизеля	Ресурс, ч						
	Марка двигателя						
	M50Ф-3 (1963 г.)	M400 (1965 г.)	M401 (1967 г.)	M401 (1969 г.)	M401A (B) (1971 г.)	M401B (1973 г.)	M401Г (1975 г.)
Ресурс до первой переборки	500	1500	2000	2000	2500	3000	3500
Полный ресурс дизеля (при двух переборках)	2000	4000	4500	4500	5000	6000	8000
Ресурс непрерывной работы	60	120	120	120	200	250	300

Для замены дизелей M50Ф и M400 на эксплуатируемых судах на подводных крыльях была разработана специальная модификация — дизель M401B (рис. 3), сохраняющая практически все преимущества дизеля M401A и обеспечивающая минимальные затраты на переоборудование машинного отделения и судовых систем. В 1971 г. выпущена первая партия этих двигателей. Три дизеля M401B (два из которых установлены на СПК «Метеор-18» и один — на теплоходе «Ракета-69») успешно проходят опытную эксплуатацию в Волжском объединенном речном пароходстве. Четвертый дизель прошел стендовые испытания на заводе-изготовителе, после чего был установлен на теплоходе «Ракета-63» для натурных испытаний и эксплуатационной проверки в Северо-Западном речном пароходстве.

Широкое внедрение на судах на подводных крыльях дизелей M401A и M401B с увеличенным гарантийным ресурсом будет способствовать дальнейшему улучшению технико-экономических показателей этих судов.

Достигнутое за период с 1963 по 1972 г. и запланированное на 1973—1975 гг. увеличение ресурсов судовых дизелей типа 12ЧН 18/20 характеризуется данными табл. 1.

Судовые дизели M401A и M401B полностью соответствуют современному техническому уровню, о чем свидетельствуют данные табл. 2. При этом особенно интересно сопоставить дизели M401A и M401B с наиболее легким из зарубежных двигателей — итальянским дизелем CRM 18D/2.

В настоящее время проходит отработку на стенде дизель M401B. Он будет иметь усовершенствованную реверсивную муфту и увеличенные ресурсы: до переборки — 3000 ч и полный — 6000 ч.

Для решения задач дальнейшего развития речных и морских судов на подводных крыльях ведутся работы по созданию на базе дизеля типа 12ЧН 18/20 нового главного судового двигателя с одним турбокомпрессором, расположенным над дизелем со стороны реверсивной муфты. Он будет иметь более мощный электрогенератор переменного тока (8 квт, 400 гц), силиконовый демпфер крутильных колебаний, систему дистанционного автоматического управления и т. д.

Многолетний опыт монтажа и обслуживания дизелей типа 12ЧН18/20 на судах на подводных

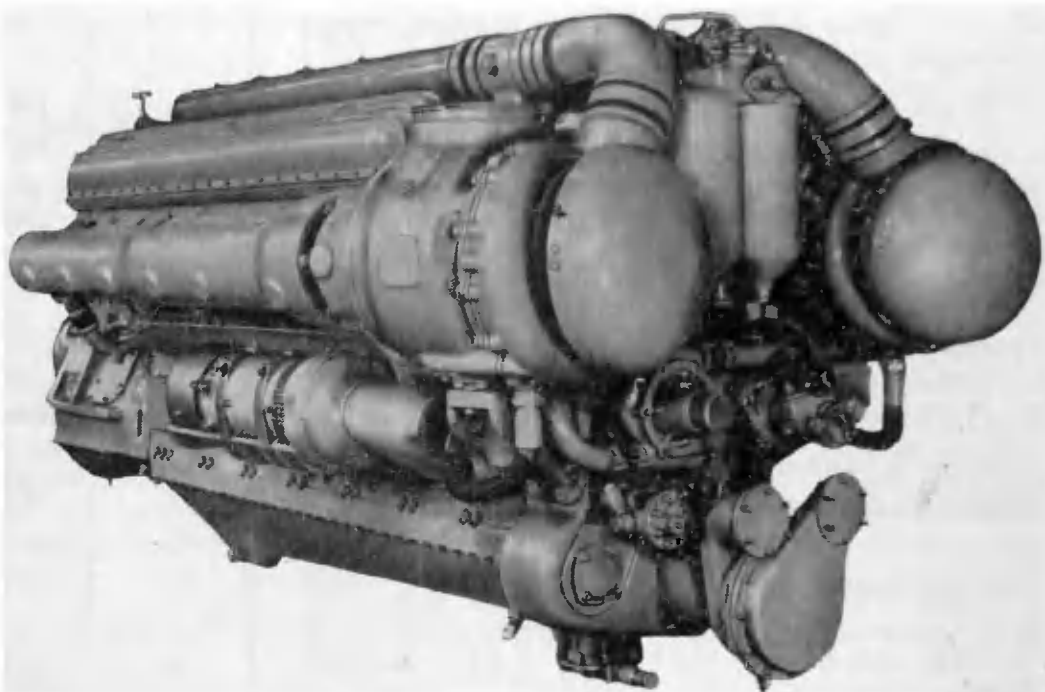


Рис. 2. Главный судовый двигатель марок M401 и M401A с газотурбинным наддувом.

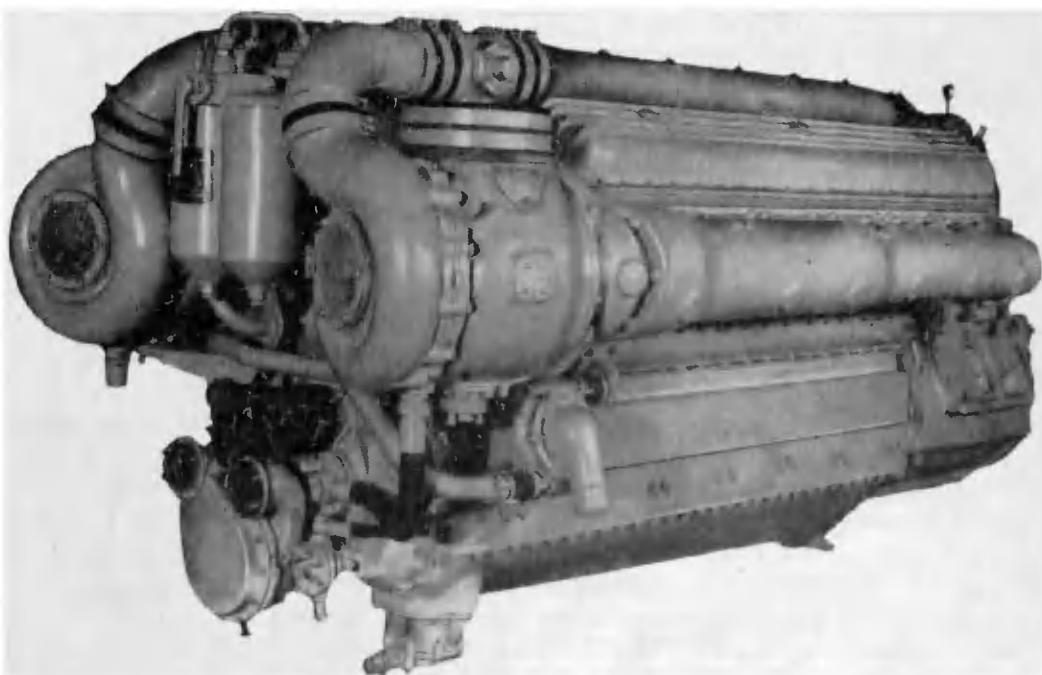


Рис. 3. Главный судовый двигатель с газотурбинным наддувом марки M401B.

Таблица 2

Сравнительные характеристики современных дизелей для СПК

П а р а м е т р ы	С С С Р			И т а л и я			Ф Р Г	
	M400	M401A	M401B	CRM* 18D/S	CRM* 18D/2	CRM* 12D/S	MB** 820Dв	MB** 820Bв
Мощность максимальная, л.с.	1100	1100	1100	1350	1050	800	1350	1100
Частота вращения при максимальной мощности, об/мин	1800	1600	1600	2075	1900	1900	1500	1500
Диаметр и ход поршня, мм	180/200	180/200	180/200	150/180	150/180	150/180	175/200	175/200
Расположение и число цилиндров	V-образное-12			W-18	W-18	V-12	V-12	V-12
Удельный расход топлива, г/(л.с.ч): на номинальной мощности на эксплуатационной мощности	184	165	165	165	185	173	165	170
	176	162	162	162	180	170	162	167
Удельный расход масла на номинальной мощности, г/(л.с.ч)	3—6	2,0—4,5	2,0—4,5	2—4	3—5	2—4	2—4	2—4
Габариты, мм:								
ширина	1220	1250	1250	1540	1340	1400	1400	1380
высота	1250	1220	1220	1300	1320	1200	2100	2000
длина	2600	2700	2700	2940	2940	2800	3460	3420
Объем цилиндров, л	62,4	62,4	62,4	57,2	57,2	36,1	59,2	59,2
Средняя скорость поршня, м/с	12,0	10,7	10,7	12,4	11,4	11,4	10,3	10,3
Среднее эффективное давление, кгс/см ²	8,8	9,9	9,9	10,2	8,7	10,5	13,7	11,1
Габаритная мощность, л.с./м ³	277	267	267	229	202	170	133	117
Удельная масса, кг/л.с.	1,64	1,82	1,73	1,57	1,74	2,10	3,15	3,73
Ресурс до переборки, ч	1500	2500	2500	—	1600***	—	2000	—
Полный ресурс (при двух переборках), ч	4000	5000	5000	—	—	—	—	—

* Дизели фирмы Мотори — Марини — Милано.

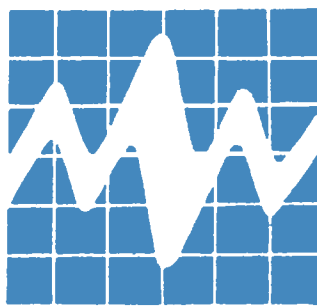
** Дизели объединения Майбах—Мерседес—Бенц.

*** Фактический ресурс дизеля CRM 18D/2 на СПК „Тэхи“ (типа „Ракета“).

крыльях подтверждает целесообразность дальнейшего уменьшения габаритных размеров этих двигателей, особенно по ширине и длине. Этой проблеме уделяется большое внимание при создании нового дизеля: удельная габаритная мощность 315 л.с./м³ и плотность компоновки 16,86 л/м³ у этого дизеля значительно выше, чем у других аналогичных двигателей. Ширина дизеля будет сокращена до 1 м, что на 0,25 м меньше, чем у дизелей M401 и M401B, и на 0,22 м меньше, чем у дизелей

M400 и M50Ф. Особенно большое значение такое сокращение ширины дизеля может иметь для СПК с двумя главными двигателями («Метеор», «Комета» и др.), так как при этом улучшаются условия обслуживания энергетической установки из-за увеличения расстояния между двигателями.

Применение нового дизеля обеспечит дальнейшее повышение технического уровня отечественных судов на подводных крыльях и других скоростных пассажирских судов.



СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ТАНКЕРОВ ТИПА „АЛИОТ“ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ВИНА

Л. Г. Соболев

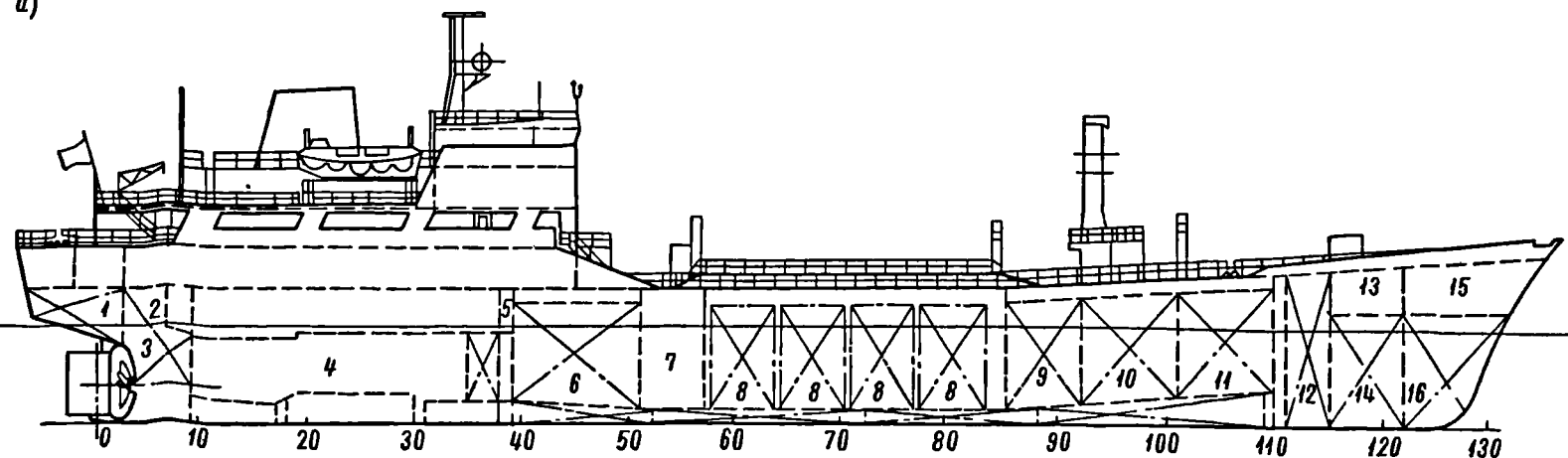
УДК 629.123.56-52

В последние годы в Финляндии по заказу Советского Союза построена серия автоматизированных танкеров-виновозов типа «Алиот» дедевейтом 3 тыс. т, со скоростью хода 14 уз (рис. 1).

Энергетическая установка судна автоматизирована в объеме, обеспечивающем возможность безвахтенного обслуживания машинного отделения в течение 16 ч в сутки при наличии одного человека в центральном посту управления. С помощью автоматизированных систем осуществляются следующие функции:

- дистанционное автоматизированное управление (ДАУ) главным двигателем с мостика и из центрального поста управления;
- централизованный контроль за работой импульсивной установки;
- дымовая и термическая пожарная сигнализация в помещении машинного отделения;
- дистанционный программный пуск и остановка резервного дизель-генератора и автоматическое включение аварийного дизель-генератора;
- автоматический пуск и остановка главных компрессоров и резервных насосов главного двигателя;
- автоматическое регулирование температуры в контурах охлаждения и смазки, а также в ряде систем вспомогательного назначения;
- автоматизированное управление вспомогательным котлом, рефрижераторной установкой, масляным фильтром, устройствами водоснабжения и обогрева;
- дистанционное управление грузовыми операциями и контроль за их проведением (включая ди-

а)



б)

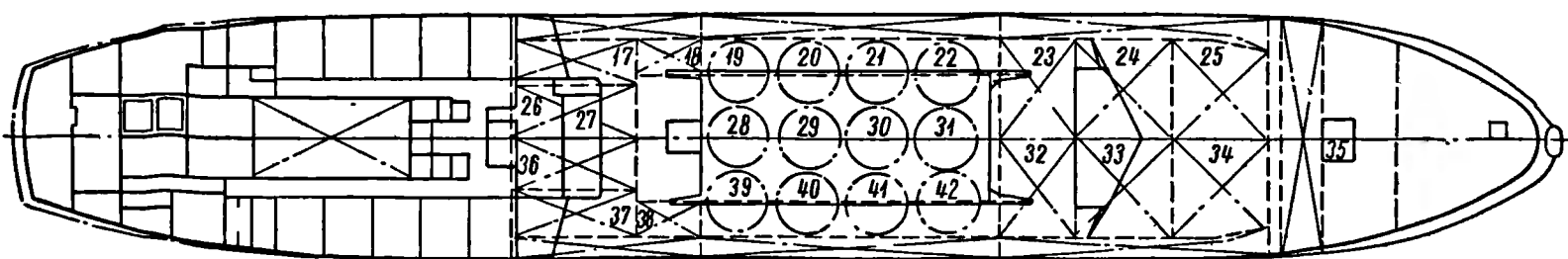


Рис. 1. Общий вид танкера-виновоза «Алиот»: а — вид сбоку; б — вид в плане.

1 — танк кормового подзора; 2 — танк питьевой воды; 3 — актерпик; 4 — машинное отделение; 5 — коффердам; 6 — грузовые танки № 4; 7 — насосное отделение; 8 — складные грузовые цистерны; 9—11 — соответственно грузовые танки № 3, № 2, № 1; 12 — цистерна пресной воды; 13 — кладовая; 14 — танк тяжелого топлива; 15 — кладовая; 16 — форпик; 17 — грузовой танк № 4 левого борта; 18 — моечный танк левого борта; 19—22 — соответственно складные грузовые цистерны левого борта № 4, № 3, № 2, № 1; 23—26 — соответственно грузовые танки левого борта № 3, № 2, № 1 и средний танк № 4; 27 — помещение поста управления грузовыми операциями; 28—31 — соответственно складные грузовые цистерны средние № 4, № 3, № 2 и № 1; 32—34 — соответственно грузовые танки правого борта № 3, № 2 и № 1; 35 — вход в помещение аварийного пожарного насоса; 36 — грузовой танк средний № 4 правого борта; 37 — грузовой танк правого борта; 38 — моечный танк правого борта; 39—42 — соответственно складные грузовые цистерны правого борта № 4, № 3, № 2 и № 1.

станционный контроль уровней жидкого груза), дистанционное управление грузовыми клапанами и насосами.

Наибольший интерес на этом судне представляют системы ДАУ и управления грузовыми операциями. Электрическая система ДАУ фирмы STL (Дания) предназначена для управления главным двигателем фирмы Бурмейстер ог Вайн типа 5K42EF

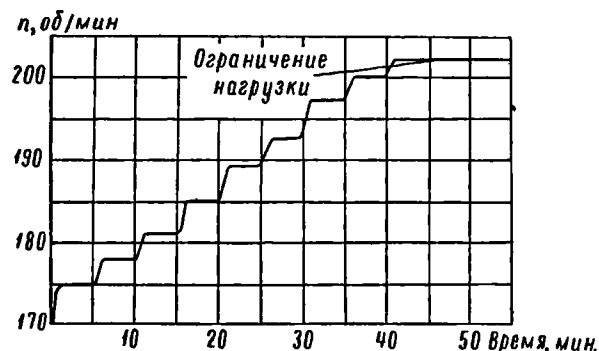


Рис. 2. Увеличение по программе «75%» нагрузки главного двигателя.

эффективной мощностью 2820 л.с. при 220 об/мин с помощью регулятора частоты вращения Вудварда типа UG-40. Эта система обеспечивает автоматизированный пуск, реверс и изменение частоты вращения главного двигателя, а также ускоренное прохождение критической зоны. Управление ведется из рулевой рубки или из ЦПУ посредством одной рукоятки. Автоматически осуществляется до трех попыток запуска. Изменение частоты вращения главного двигателя при подаче соответствующих команд может происходить по четырем программам (одна из них аварийная). Три основные программы обеспечивают немедленное исполнение команд соответственно до 60, 75 и 90% от номинальной частоты вращения $n_{\text{ном}}$ и последующее за-

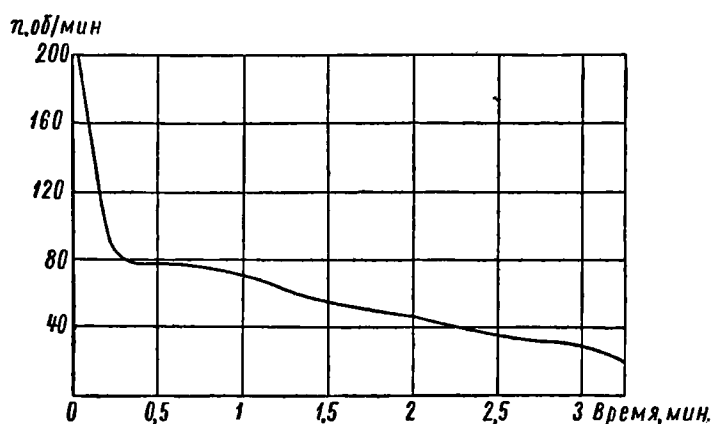


Рис. 3. Остановка главного двигателя кнопкой «аварийный стоп».

медленное увеличение на 3—4 об/мин через каждые 5 мин (выдержка времени может изменяться в пределах от 0 до 30 мин). На рис. 2 показан характер набора частоты вращения при работе ДАУ по основной программе 75%. С момента пуска до 170 об/мин проходит примерно 30 с.

При включении аварийной программы всякие ограничения по времени отключаются. В случае

прекращения питания системы дистанционного автоматизированного управления режим работы главного двигателя остается неизменным. Специальной кнопкой с мостика можно остановить главный двигатель помимо этой системы. Характер изменения частоты вращения главного двигателя при аварийной остановке представлен на рис. 3. Изменение режима работы главного двигателя происходит дискретно в соответствии с командами машинного телеграфа; кроме того, специальными кнопками («больше» и «меньше») можно установить промежуточное значение частоты вращения, а из центрального поста управления — вручную задать верхний предел подачи топлива к главному

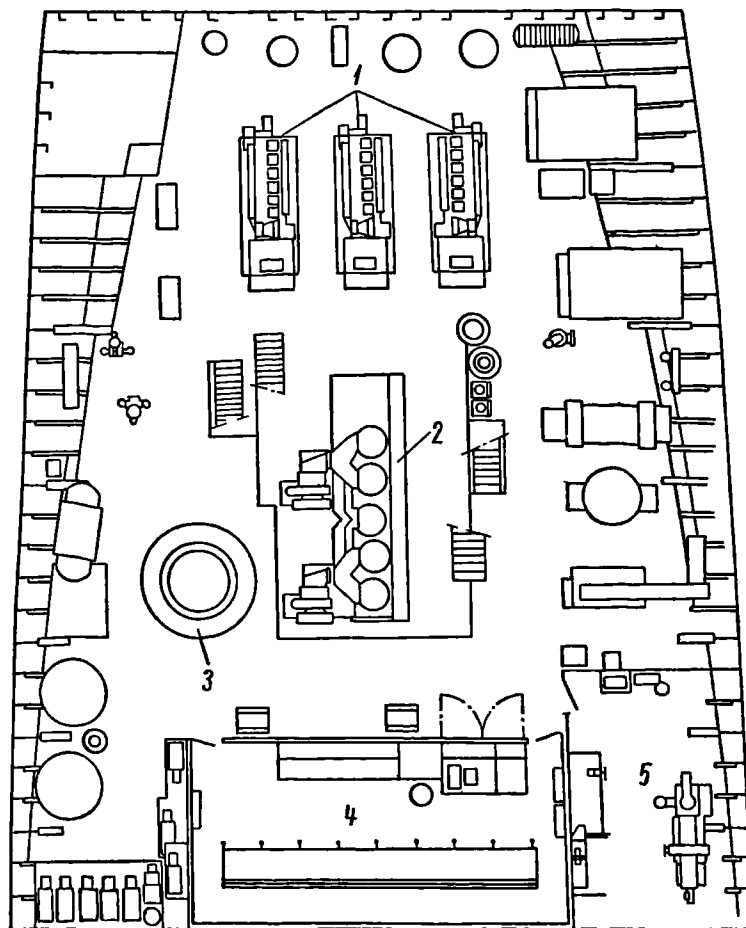


Рис. 4. Общий вид машинного отделения «Алиот».

1 — дизель-генераторы; 2 — главный двигатель; 3 — вспомогательный котел; 4 — центральный пост управления; 5 — помещение судовой мастерской.

двигателю. С помощью системы дистанционного автоматизированного управления осуществляется также автоматическая защита главного двигателя (см. таблицу), причем защита по предельной частоте вращения обеспечивается двумя дублированными электронными блоками.

Система дистанционного автоматизированного управления, помимо указанных функций, позволяет осуществить следующие программы:

— гашение пусковых колебаний (реализуются выдержкой на 100 об/мин в течение 6 с);

— защиту двигателя от перегрузки и «кавитационного» режима с помощью компаратора, постоянно сравнивающего заданную и фактическую частоту вращения;

- контроль длительности каждой попытки пуска и всех трех попыток вместе;
- предпусковое проворачивание главного двигателя (в случае стоянки двигателя более 30 мин);
- закрытие запорного клапана пускового воздуха через 30 мин после окончания маневров.

Ручное аварийное управление главным двигателем осуществляется со штатного поста, установленного в центральном посту управления (последний расположен у носовой переборки машинного отделения), из окон его оператор наблюдает за работой дизель-генераторов, вспомогательного котла и главного двигателя (рис. 4).

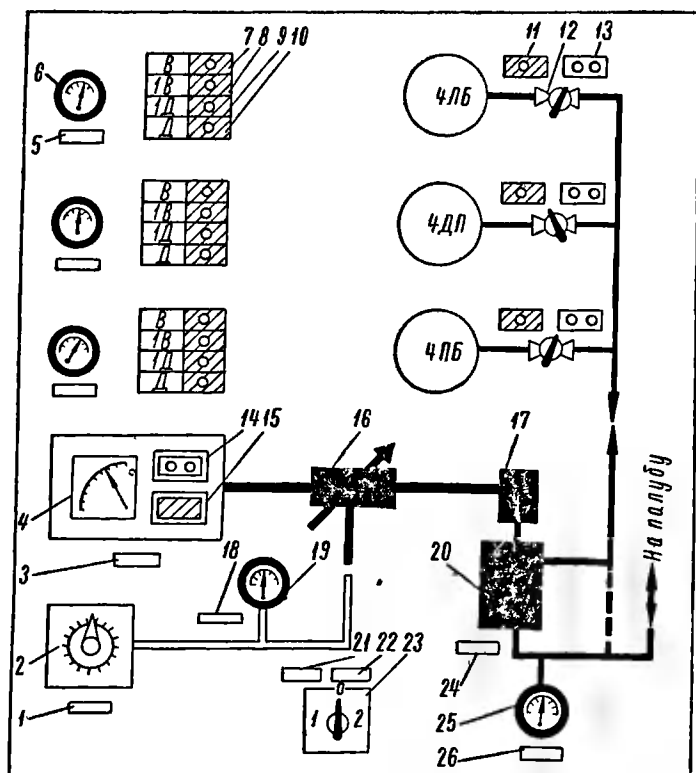


Рис. 5. Часть панели поста управления грузовыми операциями и контроля за их проведением танкера «Алиот».

1 — надпись «регулирование числа оборотов грузового насоса»; 2 — устройство дистанционного управления грузовым насосом; 3 — надпись «агрегат гидравлики № 6»; 4 — амперметр электропривода агрегата гидравлики; 5 — надпись «управляющий воздух датчиков уровня»; 6 — манометр управляющего воздуха датчиков уровня; 7—10 — двойные бело-красные сигнальные лампы уровня в цистернах; 11 — красная сигнальная лампа «клапан закрыт»; 12 — устройство дистанционного управления грузовым клапаном; 13 — зеленая сигнальная лампа «клапан открыт»; 14 — кнопка-сигнальная лампа «пуск» (зеленая); 15 — кнопка-сигнальная лампа «стоп» (красная); 16 — агрегат управления; 17 — гидропривод грузового насоса; 18 — надпись «давление регулирующего воздуха»; 19 — манометр давления регулирующего воздуха; 20 — винтовой грузовой насос; 21 — надпись «наполнение»; 22 — надпись «осушение»; 23 — переключатель работы насоса; 24 — надпись «грузовой насос»; 25 — манометр давления в напорной магистрали грузового насоса; 26 — надпись «давление грузового насоса»; В — верхний уровень; 1В — уровень ниже верхнего на 1 м; 1Д — уровень на 1 м от днища; Д — нижний уровень.

Опыт испытаний системы ДАУ (при участии автора статьи) на головном теплоходе «Алиот» показал, что она обладает значительными функциональными возможностями и не требует трудоемкого обслуживания. За 2600 ч работы главного двигателя система отключалась из-за неисправности один раз на 8 ч. Отказ произошел по причине обрыва контакта вследствие вибрации. Трудоемкость обслуживания системы дистанционного автоматизированного управления составляет 0,5 чел-ч в сутки. Наиболее слабым элементом системы являются тахогенераторы

Защитные функции системы ДАУ танкера «Алиот»

Контролируемая величина	Предельное значение параметра	Защитная функция
Температура пресной охлаждающей воды главного двигателя	максимум 80° С	Уменьшение частоты вращения главного двигателя до 100 об/мин
Температура смазочного масла в упорном подшипнике	максимум 70° С	
Давление смазочного масла в упорном подшипнике	минимум 0,6 кгс/см ²	
Давление смазочного масла главного двигателя	минимум 0,8 кгс/см ²	
Температура смазочного масла в упорном подшипнике	максимум 80° С	Остановка главного двигателя
Давление смазочного масла в упорном подшипнике	минимум 0,3 кгс/см ²	
Давление смазочного масла турбоагрегатов	минимум 2000 мм вод. ст.	
Чрезмерная частота вращения главного двигателя	максимум 255 об/мин	

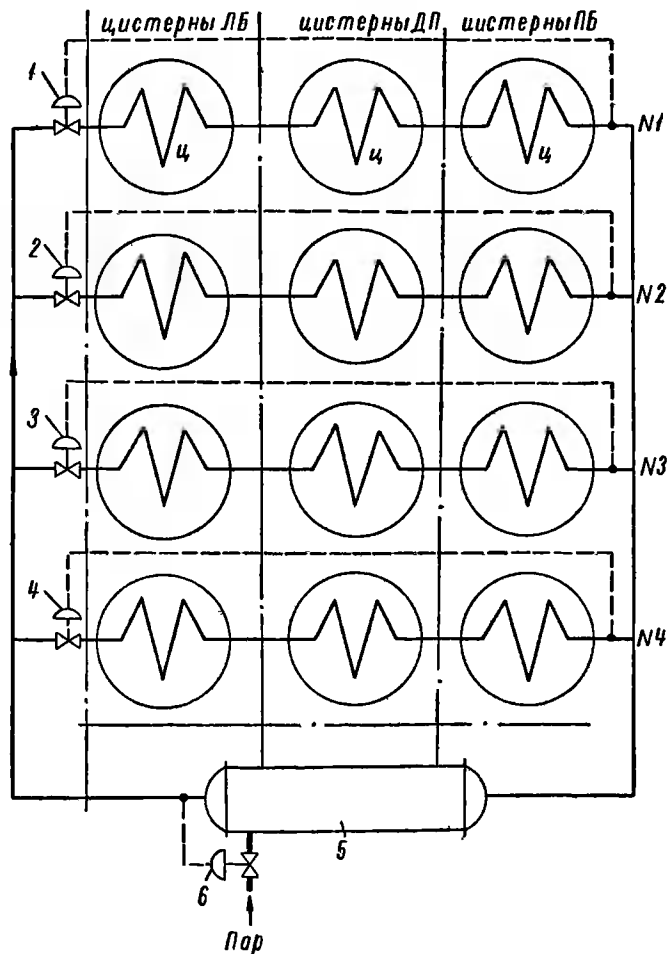


Рис. 6. Схема подогрева грузовых цистерн танкера «Алиот».

1—4 — пневматические регуляторы грузовых цистерн; 5 — подогреватель греющей воды грузовых цистерн; 6 — пневматический регулятор системы подогрева грузовых цистерн; № 1—№ 4 — грузовые цистерны; — — — — — импульсные магистрали.

ры-датчики частоты вращения, на которые приходится около половины всех затрат на ремонт.

К недостаткам системы ДАУ можно отнести сложность переключения управления с центрального поста на мостик, отсутствие автоматического переключения питания с основного на резервное, неудачное расположение рукоятки управления на пульте центрального поста.

Пост управления грузовыми операциями и контроля за их проведением находится на главной палубе в носовой части кормовой надстройки. Из этого поста осуществляется дистанционное переключение электродвигателей гидропривода грузовых насосов, изменение производительности этих насосов, управление пневматическими грузовыми клапанами и контроль уровней в грузовых цистернах и танках (с помощью системы дистанционного контроля). На рис. 5 показана часть панели управления грузовыми цистернами № 4, аналогичные панели предусмотрены для всех групп грузовых емкостей.

На судне имеются 24 грузовые емкости — 12 цистерн с внутренней отделкой из нержавеющей стали и 12 танков со специальным эпоксидным покрытием. Контроль уровня груза в емкостях осуществляется дискретно в четырех точках по высоте

для грузовых цистерн и в двух точках — для грузовых танков. Бесконтактные поплавковые датчики закреплены в грузовых емкостях. При подъеме (опускании) поплавок срабатывает расположенный снаружи магнитный контакт, управляющий пневматическим золотником. Затем пневматический сигнал поступает на пневмоэлектрический преобразователь, откуда электрический сигнал поступает на соответствующую панель поста управления грузовыми операциями.

Пневматические мембранные грузовые клапаны установлены на каждой грузовой емкости. На клапанах имеются пневматические контакты, подающие на пост управления грузовыми операциями сигнал о состоянии клапана (открыт или закрыт).

Грузовые емкости снабжены системой обогрева груза, включающей девять пневматических регуляторов температуры. Принципиальная схема системы обогрева грузовых цистерн представлена на рис. 6.

На судне систему автоматизации грузовых операций обслуживает электрогруппа и докерман. Средние трудозатраты составили $\sim 0,4$ чел-ч в сутки. Ремонтные и профилактические работы связаны с устранением случайных неисправностей и примерно равномерно распределены по всем элементам.

ВЫБОР КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Л. Л. Грицай, Р. М. Шумилов

УДК 629.12.06.001.2

Выбор оптимального состава контролируемых параметров судовых энергетических установок можно осуществлять на основе критериев информативности, в которых используются данные измерений и топологические методы (графовый анализ) определения функциональных связей между элементами сложной системы. Целесообразность привлечения методов теории информации к решению этой проблемы основывается на возможности учета случайного характера изменения контролируемых параметров и погрешностей их измерений [1].

Контролируемые параметры несут определенную информацию о функциональном и техническом состоянии объекта. Определение количества получаемой при этом информации может основываться на значениях вероятностей выхода контролируемых параметров за установленные пределы. Для выбора контролируемых параметров при известной вероятности их выхода за установленное поле допуска рекомендуется применять критерий информативности

$$I_{\text{кп}j} = I_x \sum_{i=1}^{i=i_m} \lambda_{oi} \Delta T_{ci}, \quad (1)$$

где

I_x — количество информации, передаваемой данным контролируемым параметром;

λ_{oi} — обобщенная значимость i -го элемента в рассматриваемой системе;

ΔT_{ci} — скорость изменения состояния i -го элемента (например, скорость износа);

$I_1, I_2, \dots, I_m \in \{I\}_1^n$ — множество элементов, состояние которых влияет на изменение данного показателя.

При известной вероятности распределения параметра в установленном для него поле допуска необходимо также учитывать значимость передаваемой информации не только через λ_{oi} (1), но и через относительное количество информации, определяемое информационной величиной поля допуска. Тогда в качестве критериев информативности j -го показателя можно использовать выражения

$$I'_{\text{кп}j} = \frac{1}{I_{x\phi}} \sum_{i=1}^{i=i_m} \lambda_{oi} \Delta T_{ci} \quad (2)$$

и

$$I'_{\text{кп}j} = \frac{I_{xV}}{I_{x\phi}} \sum_{i=1}^{i=i_m} \lambda_{oi} \Delta T_{ci}, \quad (3)$$

где $I_{x\phi}$ — количество информации, которое может быть передано показателем при изменении его в поле допуска;

I_{xV} — количество информации, передаваемой показателем при его изменении в пределах от нуля до максимально возможного значения в условной системе.

В общем случае информативные критерии могут быть определены по выражениям

$$I'_{kп0} = I_x I'_{kпj} \text{ и } I''_{kп0} = I_x I''_{kпj}. \quad (4)$$

Для определения количества информации, получаемой от данного параметра, используется поле допуска его изменения Φ . Выбранное поле допуска разбивается (квантуется) на необходимое число уровней. Численное значение параметра может с определенной вероятностью находиться в одном из шагов квантования или за пределами поля допуска. Число уровней Y_k определяется точностью измерения данного прибора, т. е.

$$Y_k = \frac{\Phi}{\varepsilon}, \quad (5)$$

где ε — цена деления прибора.

Количество информации $I_x, I_{x\Phi}, I_{xV}$ определяется по известным выражениям [1]—[4]. При условии равновероятных попаданий значений показателя в каждый из установленных уровней получим максимальное количество информации $I_{x\Phi}$ и I_{xV} [4], [5], передаваемое контролируемым параметром. Обобщенная значимость i -го элемента в системе представится в виде

$$\lambda_{oi} = \lambda_{\Phi i} \lambda_{si} \lambda_{Qi} \lambda_{\varepsilon si} \lambda_{bi}, \quad (6)$$

где $\lambda_{\Phi i}$ — функциональная значимость элемента в системе;

λ_{si} — значимость по трудозатратам на восстановление;

λ_{Qi} — значимость по надежности;

$\lambda_{\varepsilon si}$ — экономическая значимость;

λ_{bi} — значимость элемента по влиянию на данный параметр (по графовому анализу).

Функциональная значимость элемента определяется при помощи мультиграфа взаимодействий элементов системы по рассматриваемым основным связям или по графу доминирования элементов [6]. Мультиграфом является граф, в котором каждой паре элементов $n_i \in N$, принимаемых за его вершины, соответствует несколько элементов $d_i \in D$, где D — множество связей взаимодействия между элементами. При построении мультиграфа каждой вершине графа соответствует элемент системы, а каждому взаимодействию или доминированию — направленные связи. Для аналитической записи и исследования функциональных связей составляются соответствующие графам квадратные матрицы. После некоторых преобразований [6] сумма компонентов i -й строки матрицы принимается за ранг $r_i = \sum_{j=1}^N a_{ij}$, величина которого определяет относительную функциональную значимость $\lambda_{\Phi i}$ элемента системы.

Значимость элемента λ_{si} определяется отношением трудозатрат на восстановление данного элемента и всей системы за время t . Для оценки значимости элемента по надежности λ_{Qi} можно использовать относительный коэффициент отказов. Экономическая значимость элемента $\lambda_{\varepsilon si}$ опреде-

ляется относительной стоимостью затрат при потере системой работоспособности, вызванной отказом этого элемента.

Скорость изменения технического состояния элемента системы ΔT_{ci} характеризует свойства, определяющие его приближение к отказу. В критериях она позволяет оценить значимость элемента, а также характеризует скорость передачи информации показателей и определяет собой его информативность. При этом величина ΔT_{ci} может быть вычислена по изменению коэффициента технического состояния K_{tc} , который находится по выражению [7]

$$K_{tc} = \frac{(\bar{K}_i, \bar{TK})}{(|\bar{TK}|)^2}, \quad (7)$$

где $\bar{K}_i$ — вектор действительного технического состояния элемента;

$\bar{TK}$ — вектор наивысшего технического состояния или вектор значимости свойств элемента.

Подмножество элементов $l_m \in \{l\}_1^n$, влияющих на данный параметр, определяется путем составления опорного графа влияния элементов на данный параметр или экспертным методом. Опорный граф-дерево также позволяет оценить степень влияния элемента на рассматриваемый параметр в зависимости от уровня расположения элемента в граф-дереве. Указанное влияние учитывается коэффициентом λ_{bi} (6), который определяется по формуле

$$\lambda_{bi} = \frac{2}{n+1},$$

где n — порядковый номер уровня граф-дерева.

Для приближенных расчетов можно использовать приведенные выше критерии информативности при ограниченном числе частных значимостей, например $\lambda_{oi} = \lambda_{\Phi ci} \lambda_{si} \lambda_{bi}$ (см. таблицу), а также при исключении влияния ΔT_{ci} на информативность показателя.

Рассмотрим использование полученных информативных критериев на примере оценки технического состояния судовой котельной установки и ее систем (КВГ-25). В таблице приведены обобщен-

ные зависимости элементов в виде $\sum_{i=1}^{l-m} \lambda_{\Phi ci} \lambda_{si} \lambda_{bi}$, при этом обобщенная функциональная значимость $\lambda_{\Phi ci}$ определялась как средняя от значимостей, полученных построением мультиграфа взаимодействий элементов, графов доминирования элементов, а также путем упорядоченного сравнения элементов с последующей корректировкой. Величина λ_{si} определена по данным судоремонтного предприятия (малый и большой ремонты), а для некоторых элементов принята как ориентировочная.

Определение информативности выходных параметров (характеристик) котельной установки проводилось при условно принятых полях допусков и вероятностях выхода параметров P_x за установленное поле допуска, которые принимались с учетом данных эксплуатации. При выборе полей допусков ряда параметров учитывались их функциональные связи. Как видно из данных примера вычисления информативности по различным критериям (см. таблицу), получены близкие результаты по определению места в ряду параметров. Поэтому для пер-

Информативность параметров котельной установки

Наименование параметра	Номинальное значение V_n	Поле допуска Φ	Число уровней $ Y_z $	$\sum_{i=1}^{l=m} \lambda_{fc} \lambda_{st} \lambda_{bl}$	$I_{x\theta m}$	$\frac{1}{I_{x\theta m}}$	$i_{kпj}$	Место в ряду	I_{xVm}	$\frac{I_{xVm}}{I_{x\theta m}}$	$i_{kпj}$	Место в ряду	P_x	I_x	$i_{kпj}$	Место в ряду
Паропроизводительность D_n	25 000 кг/ч	1000	10	0,0335	3,32	0,30	0,0100	3	8,02	2,10	0,0693	4	0,10	0,467	0,0156	3
Коэффициент полезного действия η_k	0,93	0,02	2	0,0572	1,0	1,0	0,0572	1	6,54	6,54	0,3627	1	0,15	0,609	0,0348	1
Температура перегретого пара $t_{пп}$	460°С	10	10	0,0355	3,32	0,30	0,0105	3	8,81	2,3	0,0716	3	0,10	0,467	0,0166	3
Температура охлажденного пара $t_{оп}$	270°С	20	20	0,0143	4,32	0,23	0,0035	5	8,17	1,9	0,0266	4	0,10	0,467	0,0067	5
Температура уходящих газов t_{yx}	160°С	40	40	0,0514	5,32	0,188	0,0098	3	7,49	1,41	0,0720	3	0,20	0,722	0,0369	1
Температура питательной воды $t_{пв}$	160°С	20	20	0,0123	4,32	0,23	0,0028	6	7,49	1,7	0,0204	6	0,05	0,286	0,0035	6
Давление пара за пароперегревателем $P_{пп}$	41 бар	2	2	0,0548	1,0	1,0	0,0548	2	5,4	5,4	0,2970	2	0,07	0,366	0,0200	2
Сопротивление газовоздушного тракта h	260 мм вод. ст.	30	30	0,0438	4,9	0,0202	0,0087	4	8,17	1,6	0,0704	4	0,10	0,467	0,0203	2
Коэффициент избытка воздуха α	1,25	0,10	10	0,0154	3,32	0,30	0,0046	5	7,02	2,1	0,0251	5	0,13	0,557	0,0086	4

вого приближения следует использовать критерии, включающие в себя величины $I_{x\theta m}$ и I_{xVm} , т. е. максимальное количество информации, получаемой при равновероятных распределениях значений показателя в принятых областях его изменения. При этом отпадает необходимость в получении статистических данных.

Приведенный пример расчета показывает возможность определения информационной значимости разнородных показателей и использования ее для их классификации.

Например, классификация показателей технического состояния котельной установки может быть произведена по следующим уровням информативности:

- а) высокому — показатели $\eta_k, P_{пп}, t_{yx}$;
- б) среднему — показатели $t_{пп}, D_n, h$;
- в) низкому — показатели $t_{пв}, \alpha, t_{оп}$.

При решении аналогичной задачи для систем автоматического централизованного контроля необходимо определять функциональные значимости по влиянию выбранных элементов на качество (уровень) протекающих процессов в контролируемых объектах.

Предлагаемые критерии информативности, так же как и критерий, рекомендованный в работе [2],

используют количество и значимость информации отдельных показателей. Однако в настоящей статье рассматривается более широкий диапазон явлений, что позволяет расширить получаемую информацию о состоянии технических объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карандеев К. Б., Карпюк Б. В., Касперович А. Н. и др. Электрические методы автоматического контроля, М., «Энергия», 1965.
2. Левин М. И. Определение состава контролируемых параметров ДВС на основании информативного критерия. — «Судостроение», 1969, № 1.
3. Пугачев В. С. Введение в теорию вероятностей. М., «Наука», 1968.
4. Рабинович В. Т., Цапенко М. П. Информационные характеристики средств измерения и контроля. М., «Энергия», 1969.
5. Касаткин А. С., Кузьмин И. В. Оценка эффективности автоматизированных систем контроля. М., «Энергия», 1967.
6. Нечипоренко В. И. Структурный анализ и методы построения надежных систем. М., «Советское радио», 1968.
7. Грицай Л. Л., Шумилов Р. М. Количественная оценка технического состояния сложных энергомеханических систем. — Труды ЦНИИМФ. Техническая эксплуатация морского флота. Л., «Транспорт», 1969, вып. 118.

РЕГУЛЯТОР НАГРУЗКИ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

В. П. Бусыгин, В. А. Залитис

УДК 621.316.728:629.12-8

Отличительной особенностью теплохода «Новомиргород» является наличие реверсивного главного двигателя (фирмы Вяртсиля—Зульцер типа 6RD-76 эффективной мощностью 9600 л.с.) и винта регулируемого шага (ВРШ). Система автоматики обеспечивает дистанционное управление и регулирование режимов работы комплекса двигатель—винт. Общее описание средств автоматизации этого теплохода было опубликовано ранее.¹ Система автоматики состоит из двух цепей управления (рис. 1)—частотой вращения двигателя и шагом винта и цепи автоматического регулирования. В состав последней входят регулятор частоты вращения типа «Вудвард» UG-40TL и так называемый регулятор нагрузки APC (automatic pitch correction) фирмы КаМеВа. Регулятор нагрузки главного двигателя позволяет в любом рабочем режиме поддерживать максимально возможную для данных условий мощность двигателя и в то же время обеспечивает защиту его от возможных перегрузок в периоды перехода судна с глубокой воды на мелководье, при поворотах на полных ходах, движении во льдах и некоторых аварийных ситуациях. Регулятор нагрузки электронный, он выполнен на основе микромодульных стандартных элементов, объединенных общей печатной схемой на отдельных платах. Для его работы используется электрическая энергия

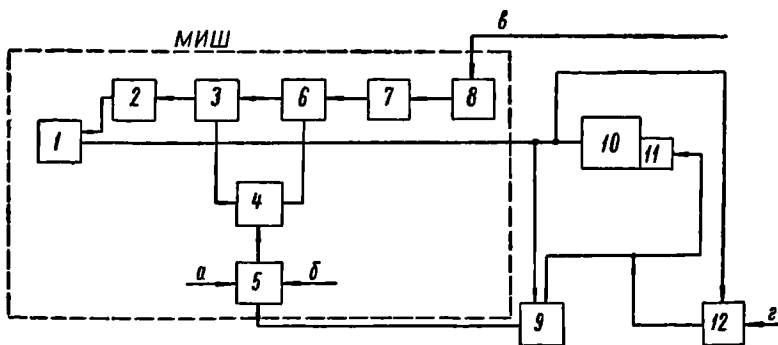


Рис. 1. Функциональная схема части системы автоматизированного управления и регулирования главного двигателя теплохода «Новомиргород».

1 — винт; 2, 6 — усилитель гидравлический (золотниковый); 3 — сервомотор; 4 — сервомотор регулирования длины обратной связи; 5 — усилитель электрогидравлический; 7 — усилитель гидравлический (сопло-заслонка); 8 — измеритель аадаания по шагу винта; 9 — автоматический регулятор нагрузки APC; 10 — главный двигатель; 11 — топливные насосы высокого давления; 12 — автоматический регулятор частоты вращения двигателя; а — ручное воздействие «меньше»; б — ручное воздействие «больше»; в — задание от ДАУ на изменение шага винта; г — задание от ДАУ на изменение частоты вращения двигателя.

трансформированного и стабилизированного тока разного напряжения (220, 120, 30 и 14 в). Общее питание регулятор получает от судовой электрической сети переменного тока напряжением 220 в.

¹ Соболев Л. Г., Липис В. Б. Система автоматизации пропульсивной установки теплохода «Новомиргород», — «Судостроение», 1971, № 3.

Регулятор посылает управляющий сигнал на электрогидравлический усилитель (золотник) сервомотора регулирования длины обратной связи механизма изменения шага винта. Для работы золотника и сервомотора используется масло под давлением 30 кгс/см².

Действие регулятора APC заключается в автоматическом подборе и поддержании шага ВРШ для полного использования (работа около ограничительной характеристики) мощности главного двигателя. Регулятор обеспечивает работу двигателя

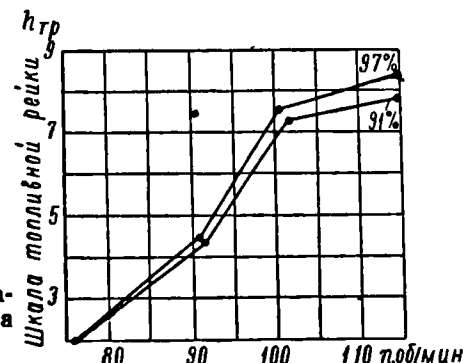


Рис. 2. Статистические характеристики регулятора нагрузки APC.

по программе $h_{т.р} = f(n)$, т. е. положение топливной тяги $h_{т.р.}$ изменяется в функции от фактической частоты вращения двигателя n . При выполнении такой программы можно считать, что для заданного сорта топлива, неизменного состояния топливной аппаратуры и двигателя регулятор обеспечивает режим пропульсивной установки $M_{дв} = f(n)$ или $N_{дв} = f(n)$, т. е. программу нагрузки в зависимости от частоты вращения. Эта программа соответствует линии ограничительной характеристики двигателя и в эксплуатационных условиях может изменяться. Перестройка позволяет смещать программную линию, т. е. выбирать область рабочих режимов двигателя в пределах до 110% по нагрузке, определяемой ограничительной характеристикой. Программа действует в диапазоне от номинальной частоты вращения до 70 об/мин.

На рис. 2 представлены статистические характеристики регулятора APC, снятые в эксплуатационных условиях при различной настройке регулятора по нагрузке. Как видно из графика, они подобны (в верхней зоне по частоте вращения) ограничительной характеристике двигателя. Управляющее воздействие от регулятора нагрузки реализуется с помощью механизма изменения шага винта, а именно через сервомотор, который установлен в рычаге обратной связи этого механизма. Это позволяет регулятору изменять шаг винта при его постоянной уставке, заданной от комбинатора и корректора, т. е. со стороны системы дистанционного управления.

Регулятор APC можно рассматривать как двухимпульсный, его функционально-структурная схема представлена на рис. 3. По одному из каналов проходит сигнал по фактической частоте вращения двигателя, который в так называемом сигнальном генераторе и устройстве ограничения нагрузки преобразуется в электрический сигнал, пропорциональный допустимому или требуемому (при данной частоте вращения) положению топливной рейки.

Таким образом, именно в сигнальном генераторе вырабатывается зависимость $h_{т.р} = f(n)$, т. е. сигналу по фактической частоте вращения двигателя должно соответствовать требуемое положение рейки топливных насосов (величина топливоподачи). По второму каналу поступает сигнал о фактическом

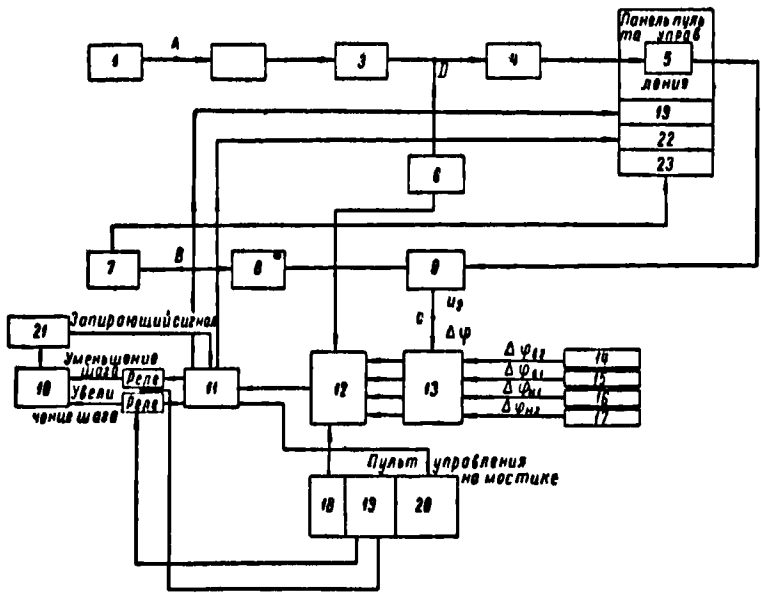


Рис. 3. Функционально-структурная схема регулятора нагрузки АРС.

1 — датчик частоты вращения вала (частотный); 2 — преобразователь частотного сигнала по частоте вращения в амплитудный; 3 — усилитель; 4 — сигнальный генератор; 5 — потенциометр изменения нагрузки; 6 — блок формирования запирающего сигнала до $n < 70$ об/мин; 7 — датчик нагрузки (фактическое положение рейки топливных насосов); 8 — усилитель; 9 — суммирующее устройство; 10 — сервомотор механизма изменения шага винта; 11 — усилитель мощности; 12 — блок логики; 13 — блок сравнения нагрузки; 14, 17 — задатчик сигнала нагрузки по верхнему и нижнему пределам 2; 15 — задатчик сигнала нагрузки по верхнему пределу 1; 16 — переключатель режима работы с ручного на автоматическое управление; 19 — кнопки управления («больше», «меньше»); 20 — индикаторные лампы («высокая нагрузка», «низкая нагрузка»); 21 — конечный выключатель; 22, 23 — показывающий прибор.

положении топливной рейки (рис. 3). В суммирующем устройстве сигнал о требуемом положении рейки сравнивается с сигналом о фактическом ее положении, и полученное рассогласование используется для выработки командного управляющего сигнала, поступающего на исполнительный механизм изменения шага винта. Таким образом, регулятор АРС осуществляет регулирование по отклонению, которое является комбинированным, т. е. в зависимости от величины сигнала рассогласования управляющее воздействие может быть импульсным (дискретным) при малых отклонениях нагрузки от заданной и непрерывным — при больших (больше ± 200 л. с., согласно рис. 4). В случае, если величина сигнала рассогласования находится в так называемой «мертвой зоне», регулирования не происходит. Оценка величины этого сигнала осуществляется в сравнивающем устройстве. В него введены соответствующие уставки от задатчиков уровня нагрузки, определяющие границы, в которых может находиться сигнал рассогласования (верхний и нижний пределы 1 и 2, см. таблицу), а в конечном итоге — вид управляющего сигнала, который изменяется только по времени. В случае малых отклонений нагрузки блок логики запускает генератор серии импульсов, в задачу которого входит

формирование управляющих импульсов и задание их временных параметров. Эти параметры могут изменяться в зависимости от настройки генератора:

Таблица пределов регулирования

Возможные уровни значений сигнала рассогласования	Характер и направление направляющего воздействия
Верхний предел 2	Непрерывное уменьшение шага ВРШ
Верхний предел 1	Прерывистое уменьшение шага ВРШ
Мертвая зона	Регулирования не происходит
Нижний предел 1	Прерывистое увеличение шага ВРШ
Нижний предел 2	Непрерывное увеличение шага ВРШ

τ_n в пределах от 0,2 до 2 с, $\tau_{ин}$ — от 2 до 20 с и $\tau_{ан}$ до 5 с. Настройка генератора осуществляется таким образом, чтобы после каждого импульса достигалось установившееся состояние и только после этого появлялся следующий импульс, что повышает стабильность работы регулятора. Генератор серии импульсов имеет задерживающий контур, который пропускает входной сигнал, если его действие по времени больше некоторого времени задержки $\tau_{ан}$. Если отклонение по времени меньше $\tau_{ан}$, то управляющее воздействие не вырабатывается (точка А на рис. 4). Кроме того, регулятор обладает зоной нечувствительности $\pm 2\%$ (на рис. 4 a_1 — a_1 — a_2 — a_2), в пределах которой регулятор АРС не реагирует на рассогласование и не изменяет шага винта. Благодаря наличию зоны нечувствительности и задерживающему контуру в генераторе серии импульсов исключаются кратковременные и случайные возму-

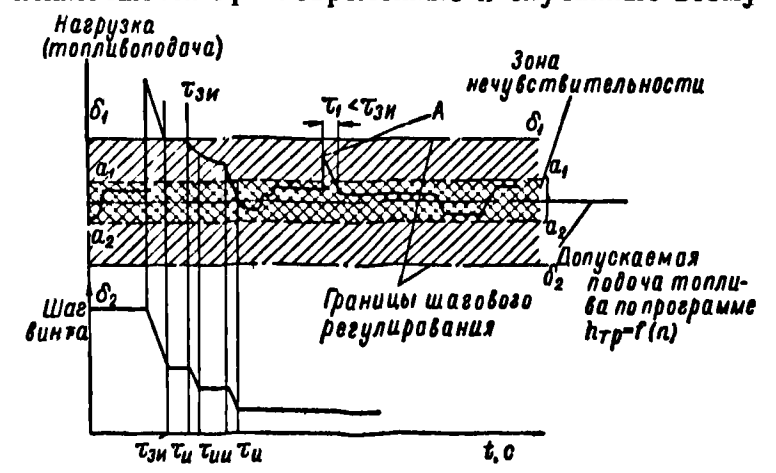


Рис. 4. Характер управляющих воздействий регулятора нагрузки АРС.

τ_n — продолжительность импульса; $\tau_{ин}$ — продолжительность паузы между импульсами; $\tau_{ан}$ — время задержки импульса.

щения, что способствует повышению стабильности работы комплекса «двигатель—винт».

Быстродействие регулятора зависит от механизма изменения шага винта, настройки генератора серии импульсов и постоянной времени сервомотора, регулирующего длину обратной связи. Время действия последних двух звеньев при соответствующем

щей настройке может быть сведено практически к нулю. Это позволяет использовать регулятор APC при правильной настройке и как ограничительный. Он является регулятором разомкнутого типа, т. е. не имеет местной обратной связи.

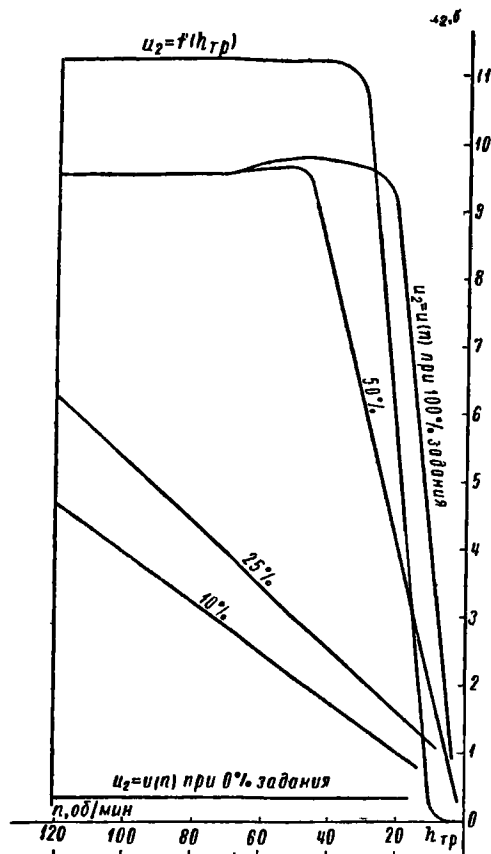


Рис. 5. Статические характеристики различных каналов APC.

На рис. 5 представлены статические характеристики различных каналов регулятора. Кривые, характеризующие работу канала, по которому прохо-

дит сигнал о фактической частоте вращения, преобразующийся в сигнальном генераторе, представленные на рис. 5 от точки А до точки С (см. рис. 3), получены методом электрического моделирования входного сигнала от датчика частоты вращения, которое осуществлялось от элементов «КБС-3,5» при различном задании нагрузки в процентах на потенциометре ограничения нагрузки.

Точки замеров обозначены на структурной схеме регулятора APC (см. рис. 3). Напряжение u_2 замерялось после усилителя суммирующего устройства непосредственно перед устройством сравнения (точка С на рис. 3). Причем характеристики этой цепи были построены с использованием проверенных графических данных фирмы, изготовившей регулятор APC, касающихся участка цепи датчик—демодулятор—усилитель, т. е. от точки А до точки D (см. рис. 3), и при нулевом сигнале второго канала, т. е. от датчика нагрузки.

На рис. 5 также представлена кривая, характеризующая второй канал, по которому поступает сигнал о фактическом положении топливной рейки (от точки В до точки С на рис. 3). Эта кривая снималась во время стоянки судна. Сигнал от датчика нагрузки изменялся непосредственным перемещением рейки топливных насосов при нулевом сигнале по первому каналу от датчика частоты вращения. По показателям температуры и влажности условия эксперимента соответствовали эксплуатационному режиму. Регулятор APC получал питание от судовой электросети. Выходные сигналы замерялись прибором типа Ц-50.

Предварительный анализ результатов испытаний регулятора нагрузки позволяет считать, что APC вполне работоспособен и пригоден для использования на судах с дизельной энергетической установкой, работающей на ВРШ.

ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ ЖУРНАЛОВ

HOVERING CRAFT AND HYDROFOIL, 1972 (т. 11, № 4—5, январь—февраль). Январский номер журнала (№ 4) открывается большой статьей технического директора швейцарской фирмы Супрамар Шертеля о результатах исследований новой системы подводных крыльев с воздушной стабилизацией на экспериментальном катере массой 1,7 т. Новая крыльевая система сочетает в себе преимущества пересекающих поверхность воды и глубокопогруженных крыльев. По утверждению автора статьи, новая крыльевая система уменьшает вертикальные ускорения судна на 40%. Статья иллюстрируется графиками и фотографиями экспериментального катера. Один из следующих материалов номера рассказывает о канадском грузовом судне на воздушной подушке «Вояджер». Длина судна 20 м, ширина 11 м, высота 5,3 м, проектная масса 35 т, грузоподъемность 25 т, главными двигателями служат газовые турбины, сообщаемые судну скорость более 40 уз. В номере помещено описание канадского транспортного средства на воздушной подушке, используемого на лесозаготовках.

В отделе хроники опубликована информация со ссылкой на газету «Водный транспорт» о мелкосидящем судне внутреннего плавания «Экспериментальный-1» пассажироместностью 84 чел., построенном в Ленинграде. Здесь же сообщается о заказе венгерским внешнеторговым объединением в Советском Союзе теплоходов на подводных крыльях «Метеор». Небольшой материал излагает краткое содержание доклада на пятом канадском симпозиуме по проблемам использования судов на воздушной подушке в арктических районах. Одно из рекламных объявлений сообщает о приобрете-

нии иранским правительством десяти английских десантных кораблей на воздушной подушке типа ВН.7, рассчитанных на транспортировку 170 полностью снаряженных десантников со скоростью свыше 60 уз. На третьей странице обложки январского номера опубликована программа пятидневного семинара в Саутгемптонском университете по проблемам проектирования и эксплуатации судов на воздушной подушке. Семинар предполагалось провести 24—28 апреля 1972 г.

Февральский номер журнала (№ 5) открывается изложением доклада директора компании Воспер Торникрофт, прочитанного в Мельбурне 19 октября 1971 г. Доклад посвящен опыту проектирования и постройки судов на воздушной подушке типа VT-1. Следующая статья номера излагает теоретические предпосылки создания экранопланов. Автор анализирует результаты испытаний радиоуправляемых моделей экранопланов. Статья иллюстрируется многочисленными цифровыми данными, графиками и фотографиями моделей. Отдел хроники сообщает об аварии судна на воздушной подушке «Ховертравел SR. № 6», в результате которой погибло четыре пассажира. Указывается, что обстоятельства аварии будут проанализированы в следующем номере. Здесь же помещена информация о предполагаемой демонстрации некоторых судов на воздушной подушке, используемых в океанографических исследованиях, на выставке «Океанология-72» в Брайтоне. Далее опубликовано объявление о международной конференции по судостроению и судоходству, намеченной на 4—8 июня 1973 г. Во время конференции, которая состоится в Лондоне, будет организована выставка, характеризующая достижения мирового судостроения. На третьей странице обложки помещено краткое изложение программы первой международной выставки и конференции по судам на воздушной подушке (18—22 сентября 1973 г., Бурже, Париж).



ЭЛЕКТРОПРИВОД КРЫЛЬЧАТЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ ПЛАВКРАНА „БОГАТЫРЬ“

*А. А. Азовцев, Б. Д. Гандин, Г. Р. Гревнин,
Н. А. Лазаревский*

УДК 621.873.7:629.12:532.58.039

В последнее время на судах находят большое применение крыльчатые движители, позволяющие только за счет изменения угла атаки гребных лопаток в широких пределах регулировать величину и направление упора [1]. На самоходном полноповоротном плавкране «Богатырь» грузоподъемностью 300 т установлены три крыльчатых движителя типа ДКК 20/5-Ф1 с электроприводами мощностью по 320 квт. Специальный анализ показал, что наиболее оптимальным электрическим приводом крыльчатых движителей с учетом их особенностей являются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Они проще по конструкции, удобнее в эксплуатации, надежнее, дешевле, имеют меньшие вес и габариты по сравнению с электродвигателями других типов. Однако асинхронные двигатели в пусковых режимах потребляют ток, в 5—7 раз превышающий номинальный при низком (0,2—0,4) коэффициенте мощности.

Несмотря на невысокий $\cos \phi$, потребляемая при пуске активная мощность превышает номинальную в 1,5—2,5 раза. Это часто препятствует запуску асинхронных двигателей от генераторов соизмеримой мощности, поскольку не выполняется условие допускаемой перегрузки первичного двигателя, и величина отклонения напряжения превышает установленные нормы. Кроме того, при недогрузке эти двигатели работают с низким (0,4—0,7) коэффициентом мощности, что бесполезно загружает генераторы и кабели реактивным током. Для исключения этих явлений необходимо ограничить ток и повысить коэффициент мощности при пуске асинхронных двигателей (АД).

Существующие способы пуска этих двигателей (автотрансформаторный, реакторный и переключением со звезды на треугольник) уменьшают и без того низкий пусковой коэффициент мощности и не обеспечивают необходимых параметров двигателя. Наиболее целесообразным является пуск с помощью конденсаторно-реакторного пускового устройства (КРПУ), позволяющего ограничить пусковой ток, а за счет компенсации реактивной составляющей — повысить коэффициент мощности. Особенно

целесообразно применять такое устройство в электроэнергетических системах, где конденсаторы используются для компенсации реактивной мощности в рабочих режимах. Такой комплексный подход позволяет рационально использовать состав и структуру судовой электроэнергетической системы. Упрощенная схема системы «синхронный генератор — конденсаторно-реакторное пусковое устройство — асинхронный двигатель» показана на рис. 1. Реактор R ограничивает пусковой ток и, следовательно, мощность двигателя, а конденсаторы за счет компенсации реактивной составляющей уменьшают ток источника и повышают коэффициент мощности.

Применяя конденсаторно-реакторное пусковое устройство, необходимо учитывать, что наличие конденсаторов в электроэнергетической системе может привести к неустойчивости, сопровождающейся колебаниями тока и момента, а при отключении двигателя от сети — к возникновению перенапряжений на его зажимах [2]. Исследование этих явлений показало, что при условии правильного выбора величины емкости (предельное значение которой зависит от переходной и синхронной реактивностей асинхронных электродвигателей) неустойчивость не возникает. Можно предложить следующий порядок расчета конденсаторно-реакторного пускового устройства:

а) по заданной механической характеристике движителя определяется приемлемая степень ограничения пускового момента асинхронного электродвигателя;

б) исходя из полученного значения кратности пускового момента находятся величина сопротивления реактора и значение пускового тока двигателя;

в) на основании допустимого отклонения напряжения определяется необходимая величина емкости для компенсации реактивной составляющей тока во время пуска и работы двигателя и рассчитывается ток источника;

г) по полученным данным строится искусственная механическая характеристика АД и определяется время разгона электропривода.

Учитывая, что конденсаторно-реакторное пусковое устройство в принципе решает задачу пуска асинхронного двигателя, в качестве приводов крыльчатых движителей на плавкране «Богатырь» выбраны асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором мощностью 320 квт при 985 об/мин. Следует отметить, что в морском исполнении асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором такой мощности впервые изготовлены и применены в отечественном судостроении. Электростанция плавкрана включает в свой

состав два дизель-генератора мощностью по 700 квт. В соответствии с требованиями Правил Регистра СССР необходимо осуществлять пуск каждого электродвигателя от одного дизель-генератора. При этом предварительная нагрузка генератора на плавкране «Богатырь» составляет 30 %.

Для двигателей изготовлены конденсаторно-реакторные пусковые устройства и станции управления. Пусковое устройство состоит из трехфазного

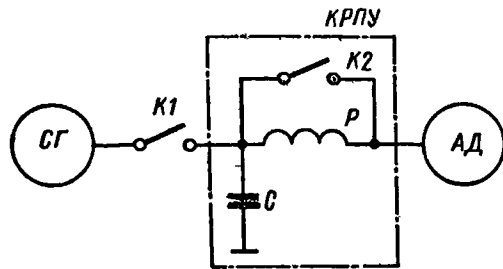


Рис. 1. Структурная схема замещения системы «синхронный генератор — конденсаторно-реакторное пусковое устройство — асинхронный электродвигатель».

Р — реактор; С — конденсаторная батарея.

воздушного реактора и конденсаторов общей емкостью 850 мкф на фазу при соединении треугольником. Масса реактора составляет 160 кг, габариты 530×710×735 мм. Сопротивление фазы реактора при условии провала напряжения 20% и емкостного сопротивления 5,3 о. е. равно 1,26 о. е. (сопротивления приведены к базисным единицам генератора). В этом случае пусковой момент двигателя достигает 70 кгс·м, максимальная потребляемая мощность — 350 квт. Коэффициент мощности асинхронного электродвигателя в номинальном режиме при таком значении емкостного сопротивления составляет 0,98. Расчет и исследования на математической модели показали, что самовозбуждение при пуске, работе и выбеге двигателя не возникает, и первичный двигатель не перегружается. Станция управления имеет массу 270 кг, габариты 1100×670×1800 мм. Двигатель включается пусковым устройством, состоящим из реактора Р1—Р3, включенного последовательно в цепь асинхронного двигателя, и параллельных конденсаторов С1—С3. Предусмотренные в схеме управления (рис. 2) блокировки (конечные выключатели ВК1 и ВК2) исключают пуск крыльчатых движителей под нагрузкой более 15% подъема иглы движителя. Схема обеспечивает шунтирование реактора в зависимости от времени и напряжения на двигателе. Катушка контактора, шунтирующего реактор, включена параллельно обмотке фазы асинхронного электродвигателя. Реле РВ1 срабатывает через 17 с после включения Л1. Если двигатель к этому времени вышел на номинальную частоту вращения, то его сопротивление оказывается на порядок выше, чем у реактора. Поэтому почти все напряжение приложено к обмоткам асинхронного электродвигателя и, следовательно, к катушке контактора К. Последний замыкает свой контакт в цепи питания катуш-

ки контактора Л2, который шунтирует реактор. После этого двигатель переходит на работу по естественной характеристике, причем контакторы остаются включенными. Если к моменту срабатывания реле РВ1 двигатель по каким-либо причинам не вышел на номинальный режим работы, то его сопротивление будет меньше, чем у реактора. Вследствие этого катушка К будет включена на низкое напряжение (~150 в), недостаточное для

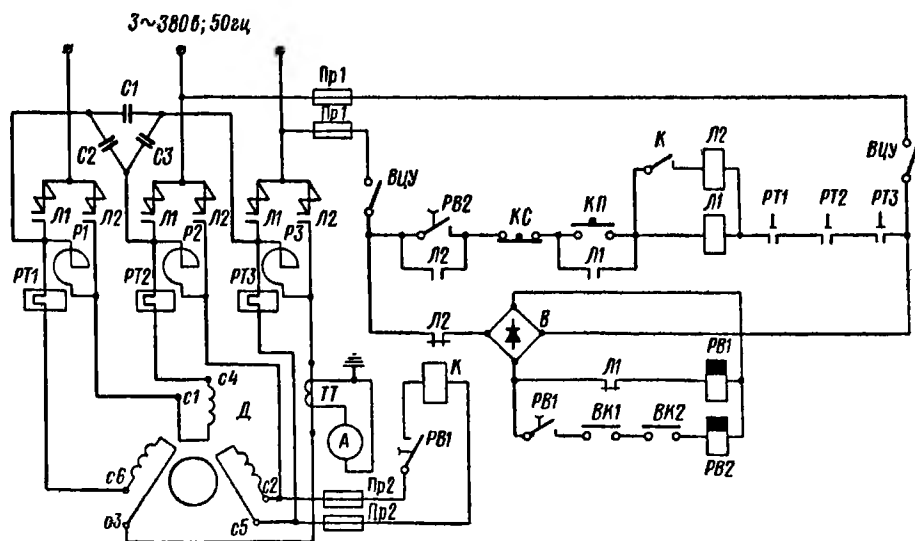


Рис. 2. Схема станции управления.

срабатывания контактора. Через 3 с после включения реле РВ1 срабатывает реле РВ2, которое разомкнет своими контактами цепь питания контактора Л1. Двигатель отключается от сети, и для повторения его запуска надо снова нажать кнопку КП.

В процессе испытаний проверялись параметры пуска и работы электродвигателей, а также функ-

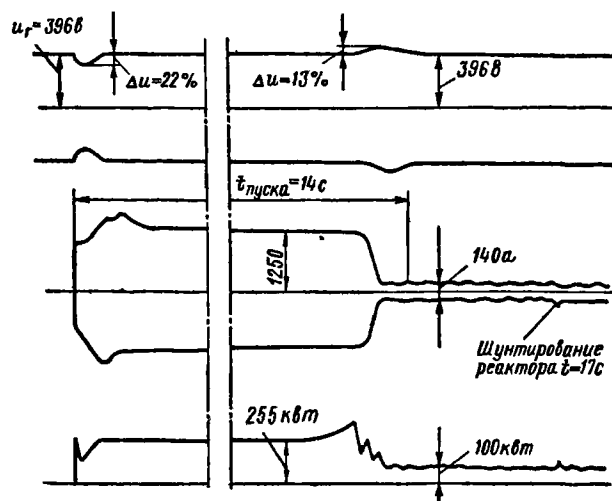


Рис. 3. Осциллограмма пуска электродвигателя крыльчатого движителя при пуске от одного генератора.

ционирование системы автоматического пуска асинхронного двигателя в режимах хода, циркуляции, реверса плавкрана на спокойной воде и в условиях волнения. Результаты испытаний показали, что электропривод обеспечивает устойчивый пуск и работу крыльчатого движителя на спокойной воде,

а также в условиях ударных нагрузок, обусловленных волнением. Требования Регистра СССР в отношении стабильности частоты и напряжения были удовлетворены.

На рис. 3 дана осциллограмма изменения напряжения генератора, тока и мощности привода

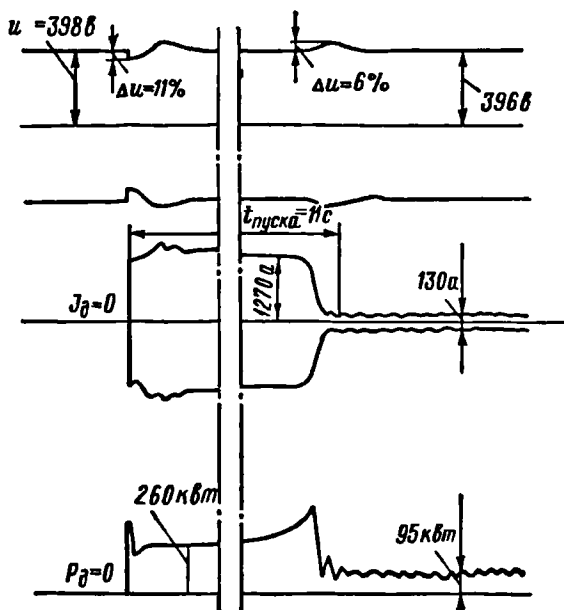


Рис. 4. Осциллограмма пуска электродвигателя крыльчатого движителя при пуске от двух генераторов.

движителя правого борта при пуске его от одного генератора, имеющего 30%-ную нагрузку. Из осциллограммы видно, что пусковой ток не превышает 1250 а, отклонение напряжения — 22%, пусковая мощность — 255 кВт, время разгона привода — 14 с. При пуске двигателя от генератора, работаю-

щего практически без подгрузки, ΔU равна 23%. На рис. 4 дана осциллограмма пуска того же асинхронного электродвигателя от двух генераторов, работающих параллельно. Провал напряжения при этом составляет 11%. Уменьшение разгона до 11 с объясняется тем, что движитель запускался из горячего состояния. На всех режимах работы электропривода коэффициент мощности был не менее 0,98.

Выводы

1. Наиболее рациональным приводом крыльчатых движителей является электропривод, выполненный на основе асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Он более надежен в работе, обеспечивает значительное уменьшение веса и габаритов, упрощает обслуживание и дает существенный экономический эффект по сравнению с приводами, выполненными на основе электродвигателей других типов.

2. Конденсаторно-реакторное устройство для пуска асинхронных электродвигателей от генераторов соизмеримой мощности позволяет, рационально используя состав и структуру судовой электроэнергетической системы, обеспечить надежный пуск асинхронных электродвигателей при выполнении требований Регистра СССР в части стабильности напряжения и частоты тока, а также разгрузить генераторы от реактивных токов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грузинов В. И., Гуляев В. И., Лихтеров Л. Э., Пейрос В. Ф. Крыльчатые движители. — «Судостроение», 1971, № 8.
2. Веников В. А. Переходные электрохимические процессы в электрических системах. М., «Энергия», 1964.

ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ ЖУРНАЛОВ

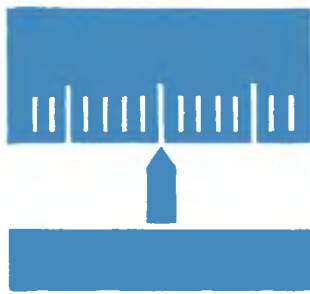
SHIP AND BOAT, 1972 (т. 25, № 2—3, февраль—март). Представляет интерес опубликованная в февральском номере журнала (№ 2) информация о выпуске английской фирмой Вулф Электрик Тулс переносных механических дрейлей с электромагнитом. Диаметр применяемых сверл 19—32 мм, глубина сверления до 222 мм, держащая сила электромагнита — более тонны. В обзоре новых книг сообщается о выходе в свет справочника по морским контейнерным перевозкам «Jape's Freight Container 1971—1972». Справочник содержит сведения о современных контейнерных перевозках, портах, приспособленных для приема контейнеров, о международных требованиях к перевозке контейнеров морем. В номере помещены статьи с описаниями буксиров «2 де Десембр» (размерения 23×5,9×2,7 м, тяга на гаке 7,5 т), двухкорпусного парома «Оландзунд» (размерения 31×9,5×3,7 м, мощность главного двигателя 2×560 л.с. при 1650 об/мин), быстроходного десантно-высадочного корабля LVTP-7 из алюминиевого сплава, научно-исследовательского судна «Декка Сервейер» для эксплуатации в Северном море, 16-цилиндровых среднеоборотных дизелей Дейв. Представляет интерес материал о современных противокоррозийных покрытиях, применяемых на судах.

В отделе хроники мартовского номера журнала (№ 3) сообщается о разработке фирмой Декка мини-радар для катеров длиной менее 12 м. Масса мини-радар 26 кг, дальность действия 0,5; 3 и 12 морских миль, потребляемая мощность 75 Вт. Одна из следующих информации рассказывает об эхолоте модели 512 компании Эдо Уэстерн Корпорейшн. Эхолот предназначен для использования на океанографических

судах всех типов и может работать при скоростях хода до 15 уз. Диапазон измеряемых глубин — от 7 м до 2 км. Представляет интерес сообщение о разработке фирмами Уотеркрафт и Шат Дэвис спасательного устройства для морских буровых платформ. Устройство представляет собой полностью закрытый бот на 50 чел., закрепленный на специальном спусковом приспособлении. В случае необходимости персонал буровой платформы быстро погружается в бот, который за 30 с автоматически опускается на воду. В момент опускания происходит автоматическое проворачивание двигателя с тем, чтобы бот мог сразу начать движение.

Здесь же помещено объявление о проведении 9—13 октября 1972 г. в Лондоне национальной выставки малотоннажных судов и опубликована информация о советском нефте-рудовозе смешанного плавания, построенном на судостроительном заводе «Кама» в Перми.

Один из наиболее крупных материалов номера посвящен проблемам добычи нефти в море. Автор подчеркивает, что уже теперь около 15% мировой добычи природного газа и нефти дают недра континентального шельфа. Далее анализируются состояние и перспективы развития технических средств для разработки и добычи полезных ископаемых в морском дне. В отделе новостей судостроения помещены описания буксира «Лэди Майриам» (размерения 55,8×11,9×5,5 м, тяга на гаке 69 т), грузового судна датской постройки «Мерк Австралия» (размерения 76,6×12,2×6,5 м, дедвейт 1360 т, особенность — использование двух дизель-гидравлических палубных кранов), землесосного судна «Дипстоун» (размерения 107×20 м, вместимость бункеров 8000 т, мощность главного двигателя — 12-цилиндрового дизеля Веркспур TM410 — 6600 л.с. при 530 об/мин), испанского судна с горизонтальным способом погрузки и разгрузки «Комета» дедвейтом 1700 т и др.



КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

(В порядке обсуждения)

О. Н. Романов

УДК 621.317.799:621.396.6

Главной задачей современного предприятия, выпускающего судовую радиоэлектронную аппаратуру (РЭА), является обеспечение высоких показателей качества и надежности изделий при максимальной экономичности их изготовления. Под качеством аппаратуры следует понимать комплекс ее свойств, определяющих степень соответствия своему назначению. Следовательно, качество — понятие относительное, и оно зависит не только от функциональных свойств тех или иных приборов, но и от эксплуатационных условий, при которых они должны использоваться по назначению.

Достаточно точно определить уровень технических, эстетических и экономических свойств изделий РЭА можно только при ее эксплуатации. Лишь после отработки аппаратурой определенного времени представляется возможным дать полную оценку технической документации, вобравшей в себя результаты расчетно-исследовательских и опытных работ, определить качество технологических процессов в период производства, а также хранения, транспортировки, монтажа и обслуживания. Каждый некачественный прибор — это результат просчета или халатности на любом из названных этапов. Поэтому проблему обеспечения заданного уровня качества радиоэлектронной аппаратуры необходимо решать комплексно в межотраслевом масштабе. Представляется целесообразным разработать такую рациональную систему управления качеством, которая была бы общей для целого ряда предприятий отрасли и включала в себя три основных направления: планирование (обоснованный выбор показателей качества и определение их оптимального уровня); реализацию мероприятий, обеспечивающих достижение запланированного уровня качества; проверку достигнутого уровня и сравнение его с запланированными оптимальными показателями качества. Ныне существующая система управления качеством не всегда удовлетворяет этим требованиям, что объясняется недостаточным обменом информацией между указанными направлениями. Отдел технического контроля интересуется только рекламациями, конструкторы —

надежностью, технологи — особенностями изготовления и прочностью, экономисты — стоимостью и т. д. Отсутствие своевременной, полной и сопоставимой информации, необходимой для оценки качества выпускаемых изделий, приводит к тому, что частично теряются (или учитываются с большим опозданием) сведения, поступающие на предприятия извне. В настоящее время предприятия, выпускающие радиоэлектронную аппаратуру, получают информацию о ее качестве только от эксплуатирующих и инспектирующих организаций, а также от комиссий по приемке первых изделий на головных объектах. Однако эта информация поступает, как правило, с большим опозданием и не в полном объеме, вследствие чего нарушаются основные принципы построения системы управления качеством (оперативность и полнота информации). Можно назвать еще несколько источников информации о качестве аппаратуры, откуда сведения пока не поступают на предприятия и не учитываются в мероприятиях по повышению качества и надежности продукции. Поэтому представляется целесообразным установить типовую модель сбора информации, предусматривающую широкую обратную связь с эксплуатирующими организациями, организациями, руководящими монтажом аппаратуры на судах, монтажно-сдаточными бригадами предприятий-изготовителей, с группами гарантийного надзора и инспекционными группами контроля качества. Кроме того, в обратной связи необходимо использовать технические отчеты по испытаниям и сдаче заказчику аппаратуры на головных судах, результаты регламентных работ в эксплуатирующих организациях, итоги проверок постоянных групп инспекции серийных изделий РЭА, а также опыт работы базовых ремонтно-регулирующих мастерских.

Предлагаемая модель сбора информации об эксплуатационном состоянии морских приборов (см. схему) может быть в принципе использована на любом предприятии, выпускающем радиоэлектронную аппаратуру. Такая схема обеспечивает контроль за одним из важнейших показателей качества — надежностью изделий, которую невозможно оценить без учета опыта длительной массовой эксплуатации. Изготовители должны располагать достоверными сведениями об особенностях эксплуатации аппаратуры в различных условиях, об экономических последствиях тех или иных изменений в конструкции, о сроках службы, об отказах, ремонтнопригодности и т. д. Поэтому модель предполагает постоянную и разнообразную обратную связь изготовителя с потребителем.

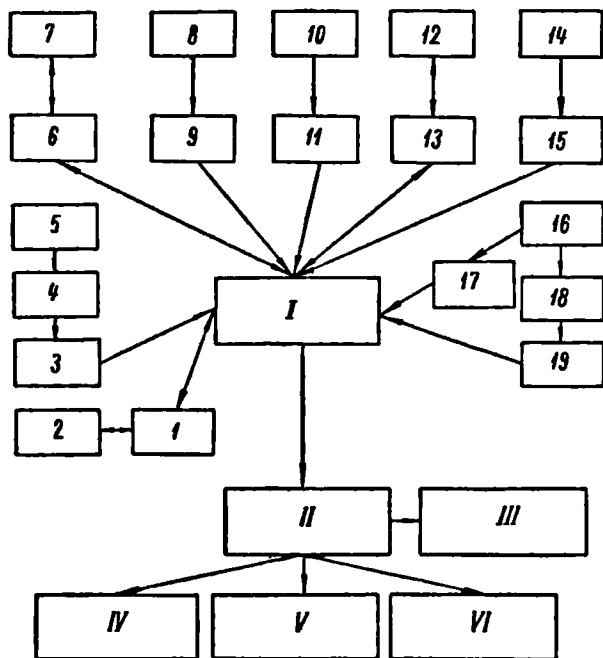
В приемно-сдаточных протоколах, сопровождающих каждый прибор по технологическому циклу,

теперь предусмотрены специальные графы, где подробно записываются причины обнаруживаемых дефектов и меры по их устранению. В результате детального анализа удалось установить наиболее типичные для различных групп приборов дефекты, разработать конкретные рекомендации по их устранению, провести конструкторскую и технологическую экспертизу. Было установлено, что с увеличением времени приработки изделий в процессе производства снижается число отказов в эксплуатации (особенно в ее начальный период). Когда же приработка аппаратуры происходит в период эксплуатации, ущерб, обусловленный ее отказами, намного выше потерь, вызванных отказами при испытаниях изделий в условиях производства. Именно на этом основании, благодаря внедрению дополнительных технологических приработок, удалось значительно снизить продолжительность приработки аппаратуры в период эксплуатации. При этом характеристики надежности, полученные в результате окончательных испытаний, практически соответствовали характеристикам, полученным за начальный эксплуатационный период.

Для надлежащего укомплектования запасными частями радиоэлектронной аппаратуры необходимо иметь технически обоснованные нормы их

са в процессе эксплуатации. Поэтому была составлена сводная таблица сроков службы недостаточно надежных узлов, блоков и комплектующих элементов ряда приборов. Эта таблица стала своеобразным ориентиром для конструкторов, технологов и производственников, точно определяющим, над какими деталями или узлами необходимо работать, чтобы повысить надежность и долговечность прибора в целом. Таблица, в частности, помогла установить для некоторых изделий РЭА оптимальный комплект запасных частей, обеспечивающий непрерывную работу аппаратуры в течение всего гарантийного срока.

Практика показала, что в зависимости от качества ухода за аппаратурой и своевременного проведения профилактических осмотров и ремонтов значения показателей надежности изменяются. Более того, несоблюдение сроков планово-предупредительных ремонтов приводит к аварийным случаям, поэтому для сбора данных об эксплуатационной надежности и долговечности, а также статистических данных по отказам пришлось создать комплексную бригаду, которая периодически выезжает на суда и другие объекты для непосредственной проверки работы аппаратуры на месте. Это позволило собрать и обобщить статистические данные об условиях эксплуатации различных приборов, соблюдении графиков профилактики и ремонтов, о квалификации обслуживающего персонала и т. д. На основании всей многообразной информации удалось сформулировать основные показатели надежности эксплуатируемых изделий: коэффициент эффективного времени работы $K_{\text{эвр}}$, коэффициент технического использования $K_{\text{т.и.}}$, коэффициент работоспособности K_p , коэффициент готовности K_g , наработка и среднее время ликвидации одного отказа. Все отказы и простои аппаратуры, происшедшие в процессе эксплуатации, были разделены на четыре категории: к первой отнесли отказы и простои, связанные с изменением условий эксплуатации и характера выполняемых задач, ко второй — обусловленные поломками деталей и узлов или комплектующих элементов, к третьей — возникающие при ремонтах, к четвертой — связанные с необходимостью регулировки узлов и блоков или происходящие из-за организационных недоработок. Используя показатели надежности и анализируя их зависимость от различных категорий отказов и простоев, удалось разработать систему мероприятий, позволивших уменьшить среднее время ликвидации одного отказа с 38 до 22 мин. Кроме того, количество изделий РЭА, сданных с первого предъявления, увеличилось более чем в три раза, а потери от брака сократились в 2,2 раза. Получение более высоких показателей качества радиоэлектронной аппаратуры требует, конечно, дополнительных затрат при каждой модернизации. Однако, как показали исследования, стоимость эксплуатации изделий РЭА во много раз больше, чем стоимость их изготовления, поэтому постоянное повышение надежности необходимо не только с технической, но и с экономической точки зрения. Другими словами, более надежная аппаратура дешевле в эксплуатации, поскольку в этом случае затрачивается меньше усилий и средств на поддержание ее в работо-



Типовая модель сбора и использования внешней информации об эксплуатации радиоэлектронных изделий.

I — отдел надежности (изучение и обобщение опыта эксплуатации); II — отдел сбора сводной информации; III — представитель заказчика; IV — технические, производственные и экономические службы предприятия; V — отдел технического контроля и его подразделения; VI — руководство предприятия-изготовителя.

1 — отчеты по каждому объекту; 2 — эксплуатирующие организации; 3 — надзор в период гарантийного ремонта аппаратуры; 4 — отчеты по каждому объекту; 5 — группы гарантийного надзора; 6 — периодическая информация; 7 — эксплуатирующие организации; 8 — постоянные группы инспекции серийных приборов; 9 — квартальные отчеты по инспекции; 10 — испытания и сдача аппаратуры на головных объектах; 11 — отчеты по каждому объекту; 12 — базовые ремонтно-регулирующие мастерские; 13 — периодическая информация; 14 — периодические инспекционные группы контроля; 15 — отчеты по инспекции; 16 — монтажно-сдаточные бригады предприятий; 17 — постоянная информация; 18 — ежемесячные отчеты; 19 — организации по руководству монтажом.

расхода. А это возможно только при наличии данных о сроках службы комплектующих элементов, их характерных отказах и темпах изно-

способном состоянии. Существует некоторое оптимальное значение надежности приборов, при котором общая стоимость их доработки, изготовления и эксплуатации минимальна. С этой точки зрения проблема оптимизации сводится к решению экономико-математической задачи — определению оптимальной модели рассматриваемого процесса. Смысл такого моделирования заключается в том, чтобы, используя показатели надежности, полученные в результате обработки и анализа всей информации, разработать методику, позволяющую получить максимальную надежность изделий при минимальных затратах.

Сопоставляя сумму дополнительных затрат на повышение надежности с величиной достигнутого экономического эффекта, можно сделать вывод об экономической целесообразности проводимых в этом направлении мероприятий. Для примера рассмотрим одну из методик расчета. Экономическая эффективность аппаратуры до первого отказа может быть определена как экономия, получаемая за весь срок ее эксплуатации до полной амортизации, или как экономия за один час работы. Если учесть, что уменьшение интенсивности отказов изделий РЭА связано также с заменой ненадежных комплектующих элементов (КЭ) на более надежные, то себестоимость комплекта однотипных КЭ для блоков, субблоков и приборов, подлежащих замене, выразится следующей формулой:

$$A = NA_{KЭ}, \quad (1)$$

где A — себестоимость комплекта однотипных КЭ;
 N — количество однотипных КЭ, обеспечивающих при укомплектовании одного устройства заданную надежность в заданном интервале времени;

$A_{KЭ}$ — себестоимость одного КЭ.

Количество КЭ, необходимое для одного устройства, определится как

$$N = \frac{1}{P_{KЭ}}, \quad (2)$$

где $P_{KЭ}$ — надежность КЭ в заданном интервале времени.

Себестоимость комплекта КЭ с одинаковой надежностью определяется по формуле

$$A = \frac{A_{KЭ}}{P_{KЭ}}. \quad (3)$$

Если в аппаратуре использованы комплектующие элементы различных типов, то их себестоимость определится как сумма себестоимостей отдельных комплектов

$$A_{\text{общ}} = \sum_{k=1}^{k=n} A_k = \sum_{k=1}^{k=n} \frac{A_{KЭk}}{P_{KЭk}}, \quad (4)$$

где k — номер комплекта однотипных КЭ и n — количество комплектов.

Надежность аппаратуры выразится через надежность ее устройств следующим образом:

$$P_{РЭА} = P_1 P_2 P_3 \dots P_c \dots P_n, \quad (5)$$

где P_1, P_2, P_3 — надежность каждого устройства.

При повышенной надежности всего изделия формула (5) примет вид

$$P_{РЭА} = P_{KЭ} P_o, \quad (6)$$

где $P_{KЭ}$ — надежность устройства, в котором произошла замена ненадежных КЭ;

P_o — надежность всех остальных устройств.

При повышении надежности конкретного устройства необходимо учитывать себестоимость с его первоначальной надежностью

$$A_1 = \frac{A_{KЭ1}}{P_{KЭ1} P_o} \quad (7)$$

и себестоимость после повышения надежности

$$A_2 = \frac{A_{KЭ2}}{P_{KЭ2} P_o}, \quad (8)$$

где A_1 — себестоимость с начальной надежностью;

A_2 — себестоимость с повышенной надежностью.

Экономия при повышении надежности одного из устройств определится как разность между себестоимостью КЭ с первоначальной надежностью и себестоимостью с повышенной надежностью:

$$\begin{aligned} |\Delta A| &= A_1 - A_2 = \frac{A_{KЭ1}}{P_{KЭ1} P_o} - \frac{A_{KЭ2}}{P_{KЭ2} P_o} = \\ &= \frac{A_{KЭ1} P_{KЭ2} - A_{KЭ2} P_{KЭ1}}{P_{KЭ1} P_{KЭ2} P_o}. \end{aligned} \quad (9)$$

Обозначим количество необходимых КЭ с первоначальной и улучшенной надежностью через N_1 на N_2 :

$$N_1 = \frac{1}{P_{KЭ1} P_o}, \quad N_2 = \frac{1}{P_{KЭ2} P_o}. \quad (10)$$

Количество КЭ с повышенной надежностью определится как

$$\Delta N = N_1 - N_2. \quad (11)$$

Увеличение надежности с экономической точки зрения целесообразно при выполнении неравенства

$$N_2 A_{KЭ2} \leq N_1 A_{KЭ1} \quad (12)$$

или

$$\frac{A_{KЭ1}}{P_{KЭ1} P_o} \geq \frac{A_{KЭ2}}{P_{KЭ2} P_o}. \quad (13)$$

Отсюда определится граничное выражение для себестоимости устройства с улучшенной надежностью:

$$A_{KЭ2гр} = \frac{A_{KЭ1} P_{KЭ2}}{P_{KЭ1}} \quad (14)$$

Обозначив отношение $\frac{P_{KЭ2}}{P_{KЭ1}}$ через β (коэффициент улучшения надежности), получим

$$A_{KЭ2гр} = \beta A_{KЭ1}. \quad (15)$$

Если $A_{KЭ2} < A_{KЭ2гр}$, то способ повышения надежности изделий РЭА экономически эффективен, если $A_{KЭ2} > A_{KЭ2гр}$, то повышение надежности экономически не оправдано и следует искать более эффективные меры решения этой задачи.

Таким образом, суммарная экономия от уменьшения интенсивности отказов за весь срок работы до полной амортизации аппаратуры и представляет собой модель стоимости изготовления изделия с заданными параметрами надежности. Она учитывает влияние увеличения времени наработки на отказ

и сокращение восстановительного периода и может быть выражена в виде формулы

$$\mathcal{E}_m = T \left(\frac{1}{t_0} - \frac{1}{t} \right) (A_0 + \Pi_y ДГ_c), \quad (16)$$

где $\mathcal{E}_m$ — экономия от увеличения длительности наработки на отказ за весь период работы изделия, руб.;

t_0 и t — наработки на отказ до и после повышения качества, ч;

T — общий срок службы прибора, ч;

A_0 — средняя стоимость устранения одного отказа, руб.;

Π_y — средняя продолжительность устранения одного отказа, ч;

$Д$ — чистый доход за одни сутки эксплуатации исправного прибора, руб.;

$Г_c$ — гарантийный срок службы, ч.

Экономия от увеличения длительности наработки на отказ, приведенная к 1 ч, равна:

$$\mathcal{E}'_m = \frac{\mathcal{E}_m}{T - Г_c}. \quad (17)$$

Взаимосвязь между величинами t и $\mathcal{E}_m$ такова что при увеличении t на k % (т. е. если $t > t_0$ на k %) $\mathcal{E}_m$ за весь период работы изделия определится как

$$\mathcal{E}'_m = \frac{T}{t_0} \cdot \frac{k}{(100 + k)} (A_0 + \Pi_y ДГ_c). \quad (18)$$

Выполненные по этой модели расчеты для трех типов изделий РЭА показали, что направленные на повышение надежности мероприятия, разработанные с учетом всей поступившей на предприятие информации, оказались экономически эффективными; они не только существенно уменьшили расходы в эксплуатационный период, но и снизили количество рекламаций и претензий в среднем на 23%. Затраты на повышение надежности изделий окупаются за 1,5—2,5 года.

Таким образом, структура рассмотренной модели сбора информации представляется наиболее рациональной. Она позволяет предприятиям-изготовителям обоснованно и оперативно проводить мероприятия по обеспечению надлежащей надежности и долговечности радиоэлектронной аппаратуры.

ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ ЖУРНАЛОВ

SCHIFF UND HAFEN (начало на стр. 33). Далее сообщается о постройке подводной лодки фирмой Рейншталь—Нордзееверке, которая получила заказ на 9 подводных дизель-электрических торпедных лодок «Серии 206». Этой же фирмой построен универсальный супер-лайнер «Финнсаилор» — скоростной теплоход дедвейтом 14 000 т. Судно имеет скорость 20 уз и рассчитано на быструю разгрузку самоходными автопогрузчиками через порты и аппарели и с помощью грузовых стрел. Не менее интересна информация о теплоходе «Боре Х» класса «Ro—Ro» дедвейтом 5000 т, строящемся на верфи Раума-Репола для финского судовладельца. В следующей статье рассказывается о методике планирования в области проектирования и постройки судов на примере анализа судовой энергетической установки. Далее приведены данные о развитии дизелей Пилстик. Программой намечается выпуск двигателей цилиндрической мощностью от 500 до 950 л. с. В следующей статье рассматриваются конструкции настилов в холодильных помещениях. Рекомендуются алюминиевые решетчатые конструкции, приведена большая подборка материалов по различным вопросам контейнеризации морских транспортных перевозок: охлаждению груза в контейнерах, средствам доставки контейнеров (в ГДР) по системе ТАКРАФ, применению сжатого воздуха на контейнеровозах. В конце журнала помещен обзор третьей выставки, посвященной комбинированным средствам доставки грузов, состоявшейся в марте с. г. в Гамбурге.

UNDERSEA TECHNOLOGY, 1972 (т. 13, № 1—3, январь—март). В отделе хроники январского номера журнала (№ 1) сообщается о подготовке трехмесячного научного эксперимента с использованием подводной лаборатории «Эдалхаб II» на 3 чел. По плану эксперимента 40 акванавтов, распределенные на группы по 2—3 чел., проведут на глубине 15 м от трех до пяти дней каждая. По сообщению из Франции, в декабре 1971 г. два акванавта из группы Кусто провели в барокамере при давлении, соответствующем глубине погружения 490 м, в общей сложности две недели. Здесь же помещена информация о введении в строй в Гротоне (шт. Коннектикут) 54-й американской торпедной атомной подводной лодки «Арчер-фиш» (SSN-678). Водоизмещение лодки 4600 т, экипаж

107 чел. По сообщению из Сан-Диего (шт. Калифорния), в Военно-морском центре противолодочных исследований состоялась передача в эксплуатацию подводного аппарата «Дип Вью» с глубиной погружения 450 м. Особенностью аппарата является наличие носовой прозрачной полусферы диаметром 1,1 м из боросиликатного стекла, движителями служат пять гребных винтов. В номере публикуется подборка статей, подводящая итоги работам по исследованию океана в 1971 г. Наибольший интерес представляют статьи об организации подготовки кадров для океанографии, о мероприятиях, предотвращающих загрязнение моря нефтью, о разработке полезных ископаемых в дне морей, об опреснении морской воды и т. д.

В отделе хроники февральского номера журнала (№ 2) сообщается о подготовке компании Бетлехем Стил Корпорейшн (США) к постройке супертанкера дедвейтом 265 000 т. Длина судна составит 324 м, ширина 54 м. Одна из следующих информаций рассказывает о первом погружении на расчетную глубину (1520 м) подводного спасательного аппарата «DSRV-2». Большой материал номера посвящен программе международной конференции «Океанология-72» в Брайтоне (Англия), намечавшейся на 19—24 марта 1972 г.

В мартовском номере журнала (№ 3) сообщается о дислокации американских подводных аппаратов. В частности, в Сан-Диего (шт. Калифорния) базируются аппараты «Си Клифф», «Тёртл», «Триест II» (DSRV-1), «Дип Вью» и научно-исследовательская подводная лодка «Долфин». Сюда же должен быть доставлен аппарат «DSRV-2». Сферическая подводная камера из акрилового стекла «Мемо» базируется на Порт-Хьюне (шт. Калифорния), подводный аппарат «Макаки» (то же со стеклянной прочной сферой) — на Оаху (Гавайские острова). В номере опубликован большой материал по современным средствам непрерывного забора проб воды и донного грунта. Следующая статья посвящена океанографическим приборам для учебных целей. Материал специального корреспондента журнала рассказывает о планах финансирования американских океанографических исследований в 1973 финансовом году. Общая сумма ассигнований должна составить 667 млн. долл. (в предыдущем году 605 млн. долл.). Наибольшую долю средств (252 млн. долл. — в предыдущем году 238 млн. долл.) предполагается выделить в распоряжение министерства обороны.



Трудовая вахта в честь 50-летия образования СССР

В конце июня этого года на Балтийском судостроительном заводе им. Серго Орджоникидзе был спущен на воду очередной сухогруз «Карола Райт», строящийся по заказу ФРГ. На церемонии спуска присутствовали глава западногерманской фирмы «Орион» г-н Ханс Райт, его супруга Карола Райт, представители фирмы. Заказчики отметили успешное завершение стапельного периода строительства теплохода и пожелали балтийским корабелям дальнейших успехов в их созидательном труде. В сентябре сухогруз возьмет курс в порт приписки — г. Киль.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА:

Длина наибольшая, м	201,3
Ширина, м	27,8
Высота борта, м	15,6
Осадка, м	11,2
Скорость, уз.	16
Мощность главного двигателя, л. с.	12 000
Дедвейт, т	35 800
Водоизмещение, т	45 200

На другом стапеле формируется корпус еще одного судна того же проекта. Оно строится для Германской Демократической Республики и будет носить имя «Грёдиц», имя города металлургов, рабочих деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности Южного экономического района округа Дрезден. Располагается он на притоке Эльбы Грос-Редер. Сухогруз намечается использовать для транспортировки грузов промышленных предприятий города. «Грёдиц» будет сдан заказчику в декабре. Порт его приписки — Росток.

Ю. А. Ермолов
Фото П. А. Орлова



УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ВИБРИРУЮЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ

Б. И. Морозов

УДК 621.9.048.6

В последние годы среди новых технологических методов видное место занимают электрофизические и электрохимические способы обработки металлов [1]. Одной из актуальных проблем электрохимической обработки является повышение точности формообразования и надежности систем управления процессом. Основные затруднения здесь связаны со сложностью удаления продуктов реакции из межэлектродного зазора и с рассеиванием электрического тока за пределы зоны обработки. Обычно продукты растворения надежно удаляются при зазорах 0,2—0,5 мм. Однако столь большие зазоры ограничивают темп обработки, а повышение напряжения на электродах снижает ее точность, в связи с увеличением рассеивания тока, и увеличивает вероятность возникновения электрической дуги.

Стремление осуществить процесс электрохимической размерной обработки с малыми межэлектродными зазорами привело к созданию способа обработки вибрирующим электродом [2]. Этот способ значительно повысил производительность и точность обработки при весьма малых межэлектродных зазорах (0,01—0,05 мм). Удаление продуктов реакции осуществляется электролитом в момент увеличения межэлектродного зазора. Ток подается импульсами с различной скважностью в период сближения электродов. Вибрация катода-инструмента и подача импульсного тока синхронизированы таким образом, что ток подается при малых межэлектродных зазорах и прекращается непосредственно перед контактом катода с обрабатываемой поверхностью металла. Эта синхронизация позволяет осуществлять процесс растворения металла при плотности тока 100 а/см² со скоростью подачи катода 1,8—1,9 мм/мин. Кроме того, достигается высокая точность обработки. В частности, отклонение размеров профиля турбинных лопаток от заданных не превышает $\pm 0,03$ мм при чистоте поверхности, соответствующей 7—8 классу точности.

Применение импульсного тока, частота которого синхронизирована с вибрацией катода, позволило осуществить автоматическое следование вибрирующего инструмента за поверхностью детали на заданном расстоянии от нее. Для этого одновре-

менно с технологическим током подавался импульсный ток низкого напряжения. Импульсы, возникающие в момент контакта катода и анода, используются для автоматического управления рабочей подачей катода-инструмента [3, 4].

Установка создана на базе серийного фрезерного станка. Ее наибольшая производительность при обработке стальных деталей 4000 мм/мин, наибольшая площадь обработки 100 см². Для изготовления инструмента-катода применяются латунь, цинк, медь. Точность обработки составляет $\pm 0,05$ мм, скорость углубления инструмента в деталь — 0,1—1 мм/мин. Наибольший ход инструмента равен 80 мм, максимальная мощность установки — 25 квт, напряжение технологического тока — 8—12 в, сила тока — 2000 а. В качестве электролита используется 10—15%-ный водный раствор NaCl, давление электролита около 3 кгс/см².

Принципиальная электрическая схема установки для обработки вибрирующим катодом показана на рис. 1. Главный элемент установки — вибратор — имеет привод от синхронизированного электродвигателя. Конструкция вибратора [5] должна быть достаточно жесткой, чтобы погрешности при обработке вследствие люфтов, упругих деформаций и поперечных колебаний, возникающих при пульсации электролита, были минимальными.

В качестве источника технологического тока был применен серийный сварочный трансформатор T_p типа ТСД-1000. Выпрямление тока производилось шестью тиристорами ПП₁—ПП₆ ВКДУ-150. Благодаря параллельному включению и водяному охлаждению тириستоров может осуществляться выпрямление тока силой до 2000 а. Скважность импульсного тока регулировалась изменением угла зажигания тиристоров при помощи коммутатора P_n . Напряжение на электродах поддерживалось регулятором T_{p_n} типа РНО-250-20, включенным в первичную обмотку сварочного трансформатора.

В установке предусмотрена система автоматического регулирования межэлектродного зазора, имеющая независимую цепь управления с непосредственным измерением величины зазора. Сущность способа регулирования заключается в подаче управляющего сигнала напряжением 2—3 в параллельно технологическому току. Импульсы управляющего тока, возникающие в момент соприкосновения электродов, выпрямляются, интегрируются, сравниваются со средним рабочим током или с опорным напряжением, усиливаются реверсивным усилителем мощности и подаются на исполнительный электродвигатель. Было установлено, что при оптимальных режимах обработки мощность импульсов управляющего тока достигает 1,5—2 вт.

Автоматический регулятор подачи состоит из трансформатора управляющего тока 380/3 в, включенного по однополупериодной схеме параллельно источнику питания технологического тока. В эту же цепь включен и трансформатор, который имеет те же данные, что и трансформатор управляющего тока.

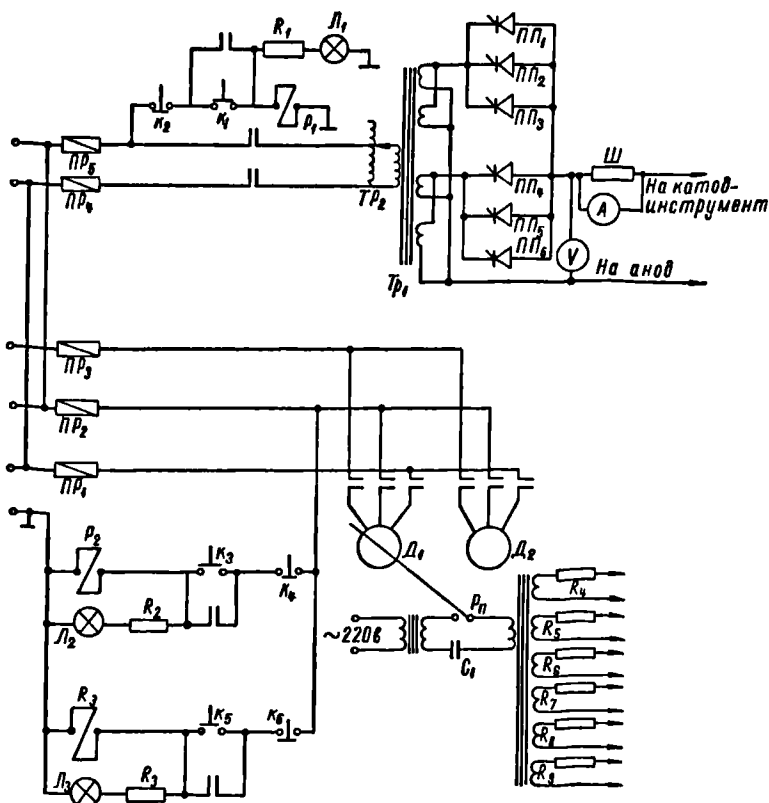


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема установки для электрохимической обработки металлов вибрирующим катодом.

Повышающая обмотка трансформатора тока подключается к электронному усилителю мощности, выполненному на двух лампах, включенных по балансной схеме.

В качестве исполнительного механизма был применен электродвигатель постоянного тока СЛ-369 мощностью 55 вт. Двигатель через зубчатое зацепление и червячную пару посредством ходового винта перемещает вибратор с максимальной скоростью 40 мм/мин. Межэлектродный зазор поддерживался с точностью $\pm 0,01$ мм. Для предотвращения раскачивания системы и ударов электродов напряжение управляющего тока выбрано большим потенциала растворения. При сближении электродов на расстояние менее 0,5 мм через зазор с электролитом, имеющий сопротивление в пределах от 0,01 до 1 ом, проходит часть управляющего тока, что плавно снижает скорость сближения электродов. Настройка регулятора сводится к выбору потенциала опорного напряжения. Автоматическое сближение электродов заблокировано с ручным.

При монтаже регулятора следует стремиться к уменьшению сопротивления источника управляющего тока, трансформатора и проводов, подводящих управляющие сигналы. Стабильная работа автоматического регулятора подачи позволила резко повысить технологические возможности электрохимической обработки, поддерживать зазор между

электродами с высокой точностью при полном отсутствии электрической эрозии. Гидравлическая схема установки представлена на рис. 2. Надежность работы системы регулирования и качество обработки зависят от степени чистоты электролита. В установке предусмотрен специальный фильтр-отстойник, осуществляющий очистку электролита от шлама. По мере нарастания на вертикальных стенках фильтра слой шлама сползает в нижнюю часть бака, откуда удаляется с помощью грузоподъемного устройства.

Забор воздуха из атмосферы осуществляется насосом. Использование электролита в виде весьма тонкого аэрозоля способствует более равномерному растворению металла и повышению чистоты обработанной поверхности. В процессе эксплуатации установки выяснилось, что при обработке вибрирующим катодом повышение температуры электролита и большие градиенты ее в межэлектродном зазоре незначительно сказываются на чистоте поверхности и точности обработки. Однако для предотвращения нагрева электролита выше температуры кипения бак оборудован водяным холодильником.

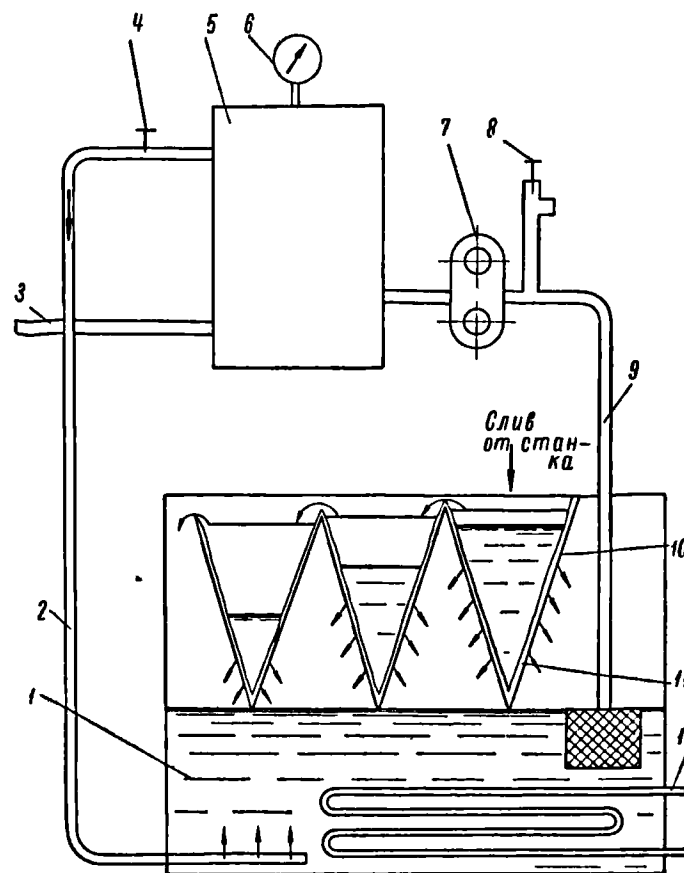


Рис. 2. Гидравлическая схема установки.

1 — бак с электролитом; 2 — трубопровод для сброса излишка аэрозолей; 3 — трубопровод для подвода электролита к станку; 4 — клапан; 5 — ресивер; 6 — манометр; 7 — шестеренчатый насос; 8 — регулирующий клапан; 9 — трубопровод для подачи электролита к насосу; 10 — отстойник; 11 — фильтр; 12 — холодильник.

На созданной установке обработан ряд штампов. В процессе их изготовления оказалось, что при достаточной подаче электролита на обрабатываемой поверхности воспроизводятся все элементы изделия размером более 0,02 мм. При этом обеспечивается чистота поверхности по 7—8 классу. Техно-

логический процесс включает в себя две операции: предварительную обработку и доводку. Кроме штампов, на электрохимической установке с вибрирующим катодом можно осуществлять обработку любых профилей и полостей с высокой производительностью и точностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попилов Л. Я. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов в судостроении. Л., «Судостроение», 1965.

2. Морозов Б. И. Способ электрохимической обработки вибрирующим катодом. Авторское свидетельство № 260787. — «Бюллетень изобретений и товарных знаков», 1970, № 4.

3. Морозов Б. И. Способ автоматического регулирования зазора для электрохимической обработки. Авторское свидетельство № 187125. — «Бюллетень изобретений и товарных знаков», 1966, № 20.

4. Морозов Б. И. Новый способ автоматического регулирования зазора при электрохимической обработке. — «Энергомашиностроение», 1968, № 4.

5. Морозов Б. И. Вибрационное устройство для электрохимической обработки. Авторское свидетельство № 194510. — «Бюллетень изобретений и товарных знаков», 1967, № 8.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И НАНЕСЕНИЯ ЦИНКСИЛИКАТНЫХ КРАСОК

Ю. С. Петров

УДК 667.633.222.6

В судостроении для антикоррозионной защиты стальных конструкций применяются покрытия на основе цинксиликатных красок. Благодаря водостойкости их можно применять для окраски цистерн пресной воды. Кроме того, санитарно-гигиенические исследования покрытий на основе краски ЖС-80 показали, что они не оказывают вредного воздействия на пресную воду и, следовательно, могут быть использованы для окраски цистерн питьевой воды [1]. Весьма важным свойством цинксиликатных красок, не содержащих органических добавок, является их взрыво- и пожаробезопасность. Как показывает практика эксплуатации цинксиликатных покрытий на судах [2], они обладают и другим важным преимуществом — более длительным сроком защитного действия по сравнению с другими покрытиями.

Однако получение стойкого цинксиликатного покрытия не всегда возможно. На его свойства существенное влияние оказывают исходное сырье, условия приготовления краски, нанесения и отверждения покрытия. Исследованиями установлено, что пленки на основе жидкого калиевого и натриевого стекла среднего модуля во влажной атмосфере размягчаются и набухают. Пленки на основе высокомодульного жидкого стекла растрескиваются и шелушатся. Таким образом, в случае использования в силикатных красках среднемодульного стекла необходим эффективный отвердитель, который бы связывал жидкое стекло и переводил его в нерастворимое состояние. При использовании высокомодульного стекла в краску необходимо вводить пластификатор, предотвращающий растрескивание и шелушение покрытия.

В 1967 г. был найден безопасный отвердитель для силикатных пленок, обеспечивающий необходимую степень их отверждения при эксплуатации в воде. Он также не лишает цинксиликатные краски их наиболее ценного свойства — взрывобезопасности. Этим отвердителем явился раствор хлористого кальция, что позволило готовить цинксиликатные краски на среднемодульном жидком стекле.

Жидкое среднемодульное стекло, выпускаемое отечественной промышленностью, различается по химическому составу, плотности и вязкости. В ходе экспериментальных исследований выяснено, что

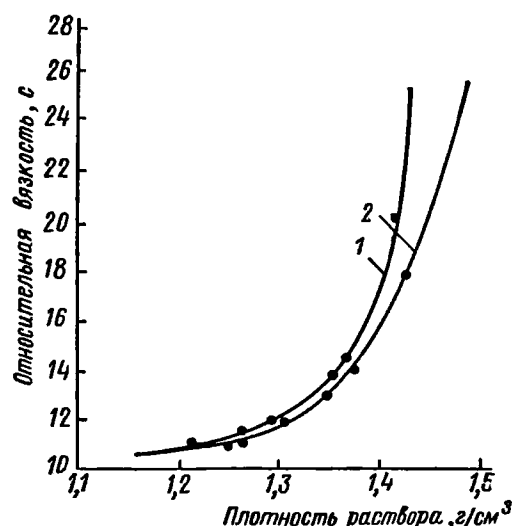


Рис. 1. Зависимость между плотностью и вязкостью жидкого стекла при разбавлении теплой водой (40° С) и систематическом перемешивании.

1 — стекло производства Ленинградского химзавода им. М. В. Фрунзе; 2 — стекло производства Ленинградского клевого завода.

для получения удовлетворительных физико-химических свойств силикатной краски плотность связующего не должна превышать 1,3 г/см³ [1]. Таким образом, выпускаемое промышленностью жидкое стекло при изготовлении краски должно быть разбавлено водой. Однако краска, приготовленная при простом смешении стекла с водой, оказывается неоднородной, а покрытие на ее основе растрескивается и быстро разрушается.

Как показали лабораторные исследования, на стойкость цинксиликатного покрытия существенное влияние оказывают температура, при которой производится разбавление жидкого стекла, солевая насыщенность воды, добавляемой для разбавления, и процесс перемешивания стекла. На рис. 1 показана зависимость между плотностью и относительной вязкостью, выявленная при разбавлении пресной водой двух партий жидкого стекла одной и той же марки. Как видно из графиков, одному и тому же значению плотности стекла при одинаковой температуре могут соответствовать растворы с различ-

ной относительной вязкостью. Этот факт еще раз подтверждает различие химического состава партий жидкого стекла, обладающих близкими значениями физико-химических характеристик (модуля, содержания окислов, плотности и т. д.).



Рис. 2. Изменение относительной вязкости цинксиликатной краски на цинковом порошке ПЦ-2 в течение суток.

При разбавлении жидкого стекла соленой (морской) водой происходит выпадение обильного хлопьевидного осадка. Он появляется независимо от температурных условий разбавления и не растворяется при интенсивном перемешивании. Покрытие, изготовленное с использованием таких суспензий, независимо от продолжительности отверждения оказывается неводостойким. Наличие осадка неблагоприятно отражается и на других свойствах получаемого покрытия, так как оно становится менее эластичным и пористым. При разбавлении водой из раствора жидкого стекла в осадок выпадает часть кремнезема, находившегося до разбавления в коллоидном состоянии. Поэтому полученный раствор перед использованием должен быть профильтрован.

В лабораторных условиях были изготовлены образцы с цинксиликатными покрытиями и изучено влияние на их качество предварительного фильтрации раствора. Часть образцов покрывалась цинксиликатной краской, приготовленной на непрофильтрованном растворе жидкого стекла, другая часть — с использованием стекла, предварительно профильтрованного через шесть слоев марли. Испытания образцов проводились в одинаковых условиях в пресной (водопроводной) воде. Уже через две недели на образцах с покрытием на непрофильтрованном стекле были заметны вспучивания. Затем началось растрескивание покрытия на отдельных участках. Через месяц покрытие на этих образцах разрушилось.

ОБЗОР КНИГ

JAHREBUCH DER SCHIFFBAUTECHNISCHEN GESSELLSCHAFT, Bd. 1970. Springer-Verlag, 1971. (Ежегодник технического общества судостроителей ФРГ.) Ежегодник открывается докладами о контейнеризации морского транспорта. Рассматривается влияние контейнеризации на планировку портов и их сооружений. В качестве примеров приведены описания гаваней Бремерхафена и Бремена. В заключительной статье даны схемы размещения контейнеров на судах «Хотер исл», «Везер Экспресс» и «АКТИ», устройство люковых закрытий, общее расположение и главные размерения ряда новых контейнеровозов. Далее рассказывается о влиянии применения установок кондиционирования воздуха на общее проектирование судов. В следующем материале приведены данные об утилизационных котлах теплоходов: котлах с ребристыми трубами. Рассматриваются конструкции узлов котлов, схемы их регулирования. Далее рассказывается о способах нанесения красителей разбрызгиванием. Представляют интерес результаты эксплуатации тронковых двигателей: работа на тяжелом топливе,

образцы с покрытием, приготовленным на профильтрованном стекле, испытывались в пресной воде в течение года. За этот срок разрушений и отслаиваний покрытий обнаружено не было. На поверхности погруженной в воду части образцов имелся лишь незначительный солевой налет. В ходе сравнительных испытаний цинксиликатных покрытий подтвердилась, таким образом, необходимость фильтрации связующего перед приготовлением цинксиликатной краски.

При введении в раствор жидкого стекла, имеющий щелочной характер, цинкового порошка протекает ряд химических процессов, в том числе с выделением водорода. Это обуславливает необратимость процессов, происходящих в краске и способствующих повышению ее вязкости. Характер изменения вязкости краски в течение суток после ее приготовления показан на рис. 2. Как показала практика, наиболее удобной для нанесения кистью является краска с вязкостью 30—40 с по вискозиметру ВЗ-4.

Выводы

1. С целью получения удовлетворяющей поставленным условиям краски разбавление натриевого жидкого стекла должно производиться пресной или дистиллированной водой.

2. Разбавление жидкого стекла производится при повышенной температуре (40—50°С) и при систематическом перемешивании.

3. Для получения водостойкого покрытия необходимо предварительное фильтрование полученного в результате разбавления раствора жидкого стекла через 6—8 слоев марли.

4. В связи с необратимостью происходящих в цинксиликатной краске химических процессов, она должна быть использована в течение 8—12 ч после приготовления. В случае загустения использовать краску и разбавлять ее водой нельзя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов В. А., Искра Е. В., Прокофьева М. И., Гринберг С. Р., Петров Ю. С. Исследование технологических и санитарно-гигиенических показателей цинксиликатных покрытий. — «Судостроение», 1969, № 8.

2. Орлов В. А., Искра Е. В., Петров Ю. С. Влияние подготовки поверхности на качество цинксиликатных покрытий. — «Судостроение», 1971, № 7.

степень загрязненности и износ пусковых клапанов, форсунок, поршней и цилиндрических втулок. Большая подборка материалов посвящена бульбовым носовым оконечностям судов. Для инженер-механиков приведены данные об опыте эксплуатации высокооборотных мощных дизелей и легких газовых турбин для скорости судов. Приведены рабочие характеристики судна на подводных крыльях, рассмотрены схемы размещения новых двигателей на судах, вопросы шума и вибрации, перспективы применения на судах дизелей и газовых турбин. Затем помещена статья об эксплуатации газовых турбин Олимпус. Большой экспериментальный материал по вибрации винтов сухогрузных судов сопоставлен с результатами испытания моделей винтов; приведены данные расчета статических и динамических нагрузок на лопасти винтов. Обзорная статья по вопросу ходовой вибрации содержит методологию измерения вибрации, анализ результатов измерений. Для проектировщиков судов представляют интерес сведения о пропульсивных, кавитационных и вибрационных качествах винтов с перекрытием лопастей, предназначенных для контейнеровозов. В конце ежегодника помещен обзор применения пластмасс в судостроении.



СОРМОВСКИЙ ЗАВОД — КАСПИЮ

В. М. Михалев

УДК 629.12.008.1(470.341)

Суда постройки Сормовского завода появились на Каспийском море еще в 50-х годах прошлого столетия. Начиная с 1852 г., по заказу Морского министерства в Сормове было построено для Каспия десять колесных пароходов с машинами мощностью от 120 до 320 л. с. и три винтовые шхуны типа «Персиянин» с машинами мощностью 320 л. с. После значительного перерыва, с 1886 г. сормовичи возобновили выполнение заказов каспийских судопромышленников. Весной 1887 г. со стапелей Сормовского завода сошла паровая шхуна «Минин» (мощностью 320 л. с.), а всего в течение четырех лет было построено девять сухогрузных шхун с машинами мощностью от 320 до 400 л. с.

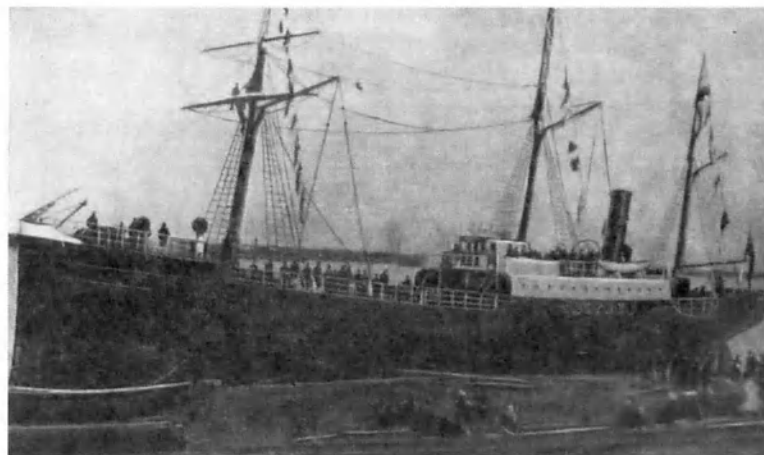
Необходимость транспортировки бакинской нефти в промышленные центры России потребовала создания специального флота. Проблема перевозки нефтепродуктов непосредственным наливом в трюмы к последней четверти прошлого века уже была решена. В Волжском бассейне роль нефтеналивных судов выполняли баржи, буксируемые пароходами. Но в условиях Каспия такой метод очень сложен и небезопасен. Поэтому судовладельцы обзаводились самоходными нефтеналивными судами, называвшимися тогда шхунами, а позднее — танкерами и нефтевозами. Интересно, что первым в мире морским наливным паровым судном стал построенный в 1878 г. в Швеции для Каспийского моря пароход «Зороастр». Сормовский завод начал выпускать паровые наливные суда с 1891 г. Первое из них, «Бенардаки», с паровой машиной мощностью 450 л. с. имело длину 43 м, ширину 7,8 м, высоту борта 4,5 м. Следующие три шхуны типа «Америка» имели уже значительно большие размеры. Длина их составляла 58 м, ширина 9,5 м, высота борта 5,2 м. Машины на этих судах развивали мощность 400 л. с. За 15 лет на Сормовском заводе было построено 27 паровых шхун. Крупнейшая из них, шхуна «Алейдар», построенная в 1905 г., имела длину 91,5 м, ширину 11 м и высоту борта 6,4 м. Главные двигатели судна развивали мощность 1600 л. с.

По заказу Морского ведомства сормовичи в 1900 г. построили пароход «Астрабад» с двумя паровыми машинами общей мощностью 1000 л. с. Через год вошел в строй 940-сильный пароход

«Аракс». В 1909 г. судостроители Сормова сдали заказчику наливную шхуну «Русь» (главные размеры $87 \times 11 \times 5,1$ м) с дизельной установкой мощностью 700 л. с. В период с 1902 по 1911 г. было спущено также 10 рейдовых наливных барж с главными размерениями $85,5 \times 11,9 \times 3,2$ м и $110,6 \times 14,9 \times 2,9$ м.

С 1911 г. Сормовский завод заключил контракт на засыпку бухты нефтеносного района. Для работ по засыпке Биби-Эйбатской бухты около Баку были спроектированы и построены землесосы, землеотвозные шаланды и буксирные пароходы. Землесосы «Н. Новгород», «Волга», «Сормово» и «Каспий» имели небывалую для того времени производительность — по $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$. В этот период были построены шесть винтовых буксирных пароходов типа «Святогор» мощностью 500 л. с., рейдовые пароходы «Черных» и «Астраханец» мощностью 320 и 240 л. с. В это же время сормовичи изготовили плавучий трубопровод длиной 780 м, диаметром 600 и 787 мм.

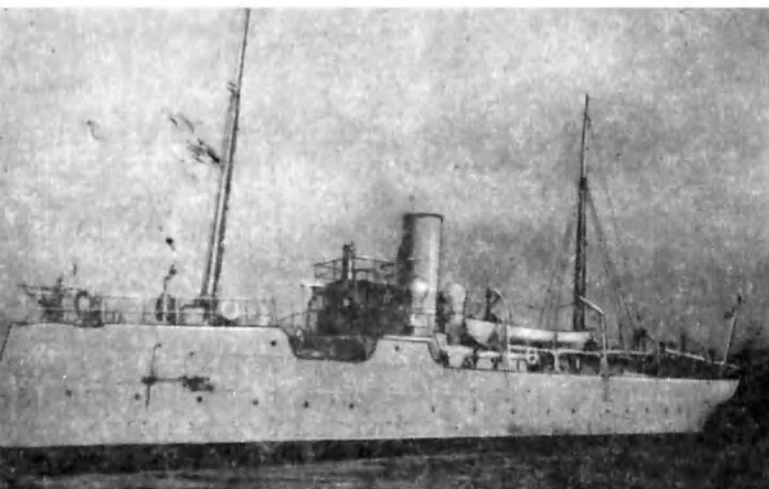
В советский период Сормовский завод, получивший в 1922 г. новое название — завод «Красное Сормово», приступил к выполнению заказов для Каспийского моря в 1926 г. Тогда началось проектирование для Каспия шхун-нефтевозов водоизмещением 10 000 т ($128 \times 16,6 \times 9$ м). Проектировало эти суда Судостроительное техническое бюро завода во главе с Ф. А. Барановским. Корпусной группой, выполнявшей прочностные расчеты, руководил Г. В. Ковалев, его помощником



Паровая нефтеналивная шхуна «Америка» (1892 г.).

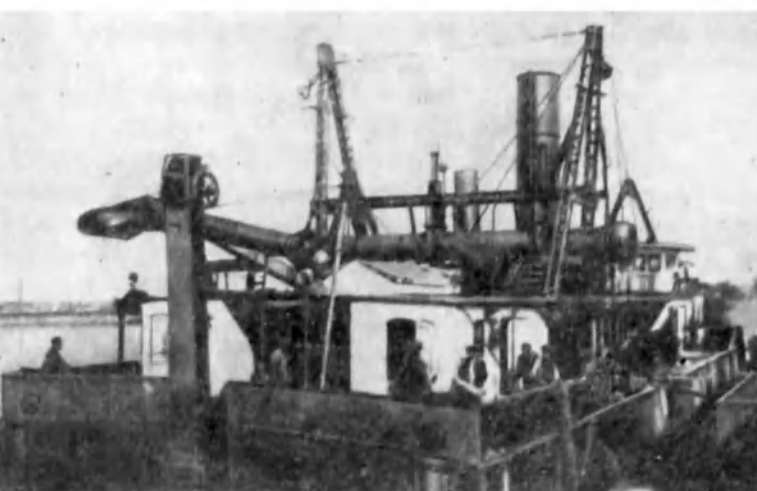
был молодой инженер В. М. Керичев, окончивший в 1925 г. Нижегородский государственный университет по судостроительной специальности. Следует отметить, что впервые в практике проекти-

рования транспортного судна применялся расчетный способ определения размеров элементов набора корпуса (система набора была продольной). Этот прогрессивный метод в дальнейшем стал основным в работе конструкторов-проектировщиков транспортных судов.



Пароход «Астрабад» (1900 г.).

Создание таких крупных судов, значительно превосходивших по грузоподъемности ранее строившиеся здесь нефтевозы, явилось хорошей школой для всего коллектива. Большая высота надводного борта (2,9 м) и достаточная емкость бортовых балластных цистерн позволяли при осадке 6,8 м принимать до 8300 т нефтепродуктов. Также впервые на заводе строились судовые дизели такой значительной по тем временам мощности — 1270 л.с. (по два на каждом танкере). В их освоении активное участие принимал известный специалист в области дизелестроения профессор Г. В. Триклер. Первые два нефтевоза типа «Ленин», заложенные осенью 1927 г., вступили в эксплуатацию в 1930 г. Параллельно закладывались и четыре следующие шхуны (в 1928 и 1929 гг.), а



Землесос «Волга» (1911 г.).

в 1930 г. сормовичи заложили сразу пять судов, которые были сданы заказчику в 1935 г.

Одновременно с пятью бензиновозами в 1930 г. состоялась закладка четырех сухогрузных тепло-

ходов типа «Куйбышев» (грузоподъемность 1660 т, длина 79,5 м, ширина 12,5 м, высота борта 5,7 м, суммарная мощность двух главных двигателей 1200 л.с.). В эксплуатацию они вошли в 1936 и 1937 гг.

Для руководства судостроительным отделом завода и организации строительства морских танкеров в 1927 г. был приглашен инженер-кораблестроитель Владимир Павлович Лебедев, 100 лет со дня рождения которого исполнилось 20 июля этого года. На «Красном Сормове» Лебедев проявил себя с лучшей стороны. Это он внедрил, например, механизацию судосборочных работ, законтрактовал студентов-судостроителей. Какой бы сложности вопросы ни возникали в процессе производства, все они решались Владимиром Павловичем оперативно и грамотно. Об этих его качествах говорится и в книге В. П. Костенко «На «Орле» в Цусиме»: «Он не любит откладывать никаких решений, дает ответы на все вопросы в «два счета».

Успехи завода по выпуску судов с полным правом разделили ветераны производства, многочисленный отряд практиков-судостроителей — С. Ф. Казаков, В. А. Балыкин, В. А. Красильников и многие другие. Однако в это время на заводе ощущалась острая нехватка дипломированных инженерно-технических кадров. Поэтому со второй половины 1928 г. в Нижегородском государственном университете заводом было учреждено 15 стипендий для студентов двух последних курсов судостроительной специальности. Эти стипендиаты уже в 1928 и 1930 гг. пришли работать на «Красное Сормово». Часть из них (Г. П. Кондаков, А. А. Бармин, Н. М. Клементьев и автор этих строк) получили направления на строительство шхун-бензиновозов. Приехали молодые специалисты и из других городов (Д. В. Галка, Г. С. Загоненко).

Внедрение механизации судосборочных работ уже в конце 20-х годов позволило осуществить секционную сборку и установку деталей поперечного набора. Железнодорожные и плавучий 50-тонный краны полностью обеспечивали погрузку механического оборудования и тяжелых деталей главных двигателей.

Параллельно со шхунами-нефтевозами типа «Ленин» строились и рейдовые нефтеналивные баржи типа «Сурахань» грузоподъемностью 3500 т (115,9×18×4,1 м). Шхуны и баржи представляли собой своеобразный комплекс: нефтевоз, следовавший из Баку с полным грузом (7000 т при осадке 6,1 м), встречали на Астраханском рейде две порожние рейдовые баржи. Их ошвартовывали с обеих бортов шхуны и на ходу начинали наполнять нефтью. Осадка шхуны постепенно уменьшалась, что позволяло каравану следовать до меньших глубин рейда, т.е. до полной разгрузки нефтевоза. Затем баржи буксировались в Астрахань, где происходила еще одна перевалка груза. С 1928 по 1932 г. сормовичи построили 15 таких барж, причем четыре последние предназначались для перевозки бензина.

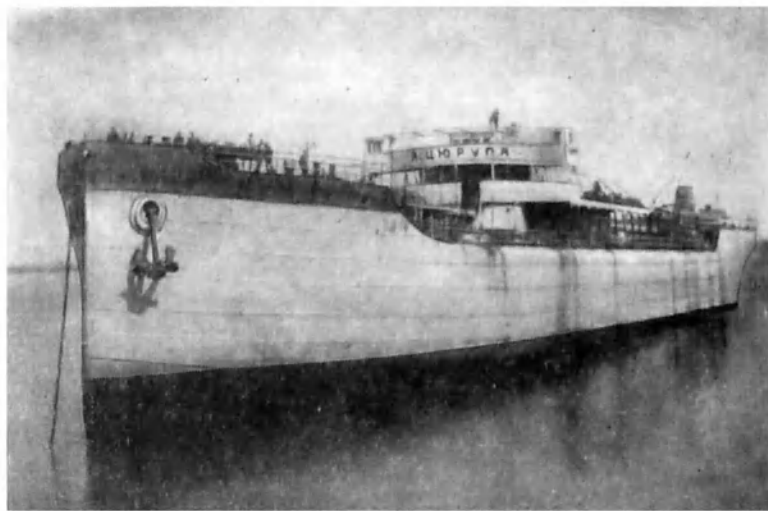
Уже в те годы проектировщики и конструкторы начали задумываться над созданием флота,

способного доставлять грузы из портов Каспийского моря в центр страны без перевалок. Речь шла о судах значительных размеров и грузоподъемности, но с осадкой, позволяющей плавать по Волге. Основная трудность решения этой задачи заключалась в обеспечении общей продольной прочности такого судна. Над этим много работали инженеры А. Ф. Пустошкин и А. К. Осмоловский, предлагавшие увеличить прочность судна за счет специальных дополнительных конструкций. Однако практическое решение проблемы пришло значительно позже. В 1952 г. группа конструкторов завода (В. К. Шапошников, В. И. Кочетков, В. П. Воробьев, автор этой статьи и другие), возглавляемая главным конструктором управления судостроения Министерства транспортного машиностроения А. А. Харламовым, спроектировала гладкопалубный мелкосидящий танкер. Проработку этого проекта, предусматривавшего применение стали повышенной прочности, осуществляла проектная организация в Горьком (ныне ЦКБ «Волгобалтсудопроект»). В результате флбт начал пополняться танкерами типа «Олег Кошевой», предназначенными для бесперевалочной доставки нефтепродуктов из каспийских портов в центральные районы страны.

В 1939 г. сормовские судостроители закончили постройку парового ледокола «Серго Орджоникидзе», предназначенного для работы в ледовых условиях на Астраханском рейде и в Северной части Каспийского моря. Этот 1200-сильный пароход водоизмещением 912 т имел длину 52 м, ширину 12,6 м, осадку 3,5 м. Получив в 1937 г. задание на проектирование и строительство серии мощных многочерпаковых шаландово-рефулерных дноуглубительных самоходных снарядов производительностью 750 м³/ч, сормовичи уже на следующий год заложили два из них. Боковой спуск корпусов землечерпалок типа «Родина» впервые производился с помощью минеральной смазки (парафина, вазелина) в условиях низких температур. По целому ряду причин достроить и сдать их заказчику удалось только после Великой Отечественной войны. Такие дноуглубительные снаряды, представляющие собой внушительные сооружения как по габаритам (87,5×22,4×15,2 м), так и по мощности энергетической установки (3400 л. с.) и оснащенности специальными устройствами, строились в СССР впервые. Их создание было крупным достижением сормовских судостроителей. Проектирование и разработка чертежей выполнялись коллективом конструкторов под руководством начальника конструкторского бюро завода А. И. Меркурьева, а позднее В. В. Крылова и В. М. Керичева. Большой опыт, творческая инициатива и организаторские способности были присущи ответственным конструкторам М. И. Воронину, А. С. Окуневу, И. И. Краковскому, а также строителям земснарядов С. Г. Щепкину, А. А. Бармину, Г. А. Попову.

В те годы, когда на Волге еще не существовало водохранилищ, с трудом решался вопрос отправки на Каспий построенных в Сормове морских крупнотоннажных судов — даже порожнем

их осадка не позволяла преодолевать мелководные волжские фарватеры. Только весной во время паводка суда проходили к морю свободно, а в остальной период навигации сормовичам приходилось изыскивать различные способы проводки судов. Так, осенью 1934 г., когда к отправке в



Шхуна-нефтевоз типа «Ленин» (1930 г.).

Баку готовилась очередная шхуна, к кормовой оконечности, имевшей наибольшую осадку, приклепали временные кронштейны. Под них с обоих бортов бензиновоза подвели по нефтеналивной барже, которые имели балласт и дополнительные деревянные подкрепления. После удаления балласта баржи, выполнявшие роль понтонов, всплыли и приподняли корму шхуны, уменьшив ее осадку. Операция удаления балласта при одновременной нагрузке барж сосредоточенными грузами выполнялась в последовательности, исключающей возможность повреждений. Все необходимые расчеты производились такими квалифицированными конструкторами, как В. М. Керичев, В. В. Крылов и М. И. Воронин. Они во главе с заместителем главного инженера завода по судостроению В. И. Савиным руководили выравниванием шхуны. За нарастанием напряжений в кронштейнах во время удаления балласта наблюдала группа исследователей конструкторского отдела. После



Морской сухогрузный теплоход «Куйбышев» (1936 г.).

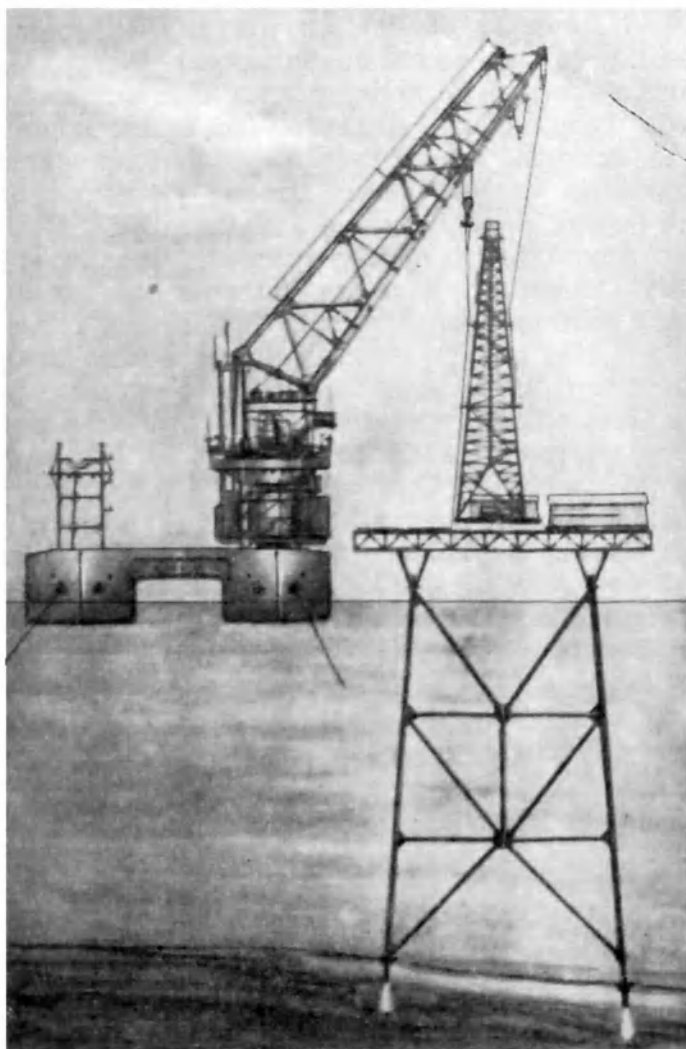
соответствующих проверок надежно учаленный караван был благополучно отбуксирован в Астрахань. Дальше бензиновоз мог следовать своим ходом.

С помощью такого же метода удалось уменьшить осадку и землечерпалки «Родина» перед отправкой ее в Баку в октябре 1947 г. Правда, здесь вместо барж были использованы специальные



Морской паром «Советский Азербайджан» (1962 г.).

понтонны, но принцип остался тем же. Понтонны после балластировки прочно соединялись с бортами земснаряда с помощью упоров и пальцевых соединений, воспринимавших затем всю нагрузку.



Крановое судно-катамаран «Кёр-Оглы» (1965 г.).

В 1939 г. по чертежам конструкторского бюро завода был заложен новый крупнотоннажный бензиновоз (грузоподъемностью 8350 т при осадке 6,8 м), основные размерения которого остава-

лись такими же, как у танкера типа «Ленин». Вначале его корпус и надстройка предусматривались целиком сварными, но затем пришлось принять переходный вариант: наружная обшивка и палуба выполнялись клепаными, внутренний набор — сварным (к обшивке приваривались только рамы, а продольные балки и поперечный набор оконечностей приклепывались). Цельносварные продольные и поперечные переборки (без обделочных угольников) сваривались между собой в местах пересечения и приваривались к наружной обшивке.

Война помешала завершить постройку этого судна, получившего название «Генерал Ази-Асланов». Его сдача заказчику состоялась лишь в 1950 г. Успешное применение сормовскими судостроителями электросварки на речных судах послужило поводом для переработки клепаной конструкции на сварную (общей корректировкой проекта руководили В. В. Крылов и В. М. Керичев). Энергетическая установка во всех вариантах предусматривалась дизельной, и только в период достройки ее заменили на дизель-электрическую. Основные принципы сборки и сварки танкера разработал Ф. Ф. Пащенко, а технологический процесс сборки — Г. П. Кондаков, активно участвовавший в постройке предыдущих судов. Новый танкер имел две продольные переборки; не все поперечные переборки шли от борта до борта. Оконечности судна, набиравшиеся по поперечной системе, имели утолщенную обшивку, а в районе форпика и сухого трюма были сделаны ледовые подкрепления. Средняя надстройка, приподнятая над главной палубой на 2,4 м с помощью стоек с раскосными фермами, соединялась переходными мостиками с баком и ютом.

В 1950 г. на базе сухогрузного теплохода типа «Большая Волга» сормовичи создали первое крановое судно «Азморнефть», предназначенное для монтажа буровых вышек в прибрежных водах Каспийского моря, и в течение четырех лет построили несколько таких судов. Проект установки кранового оборудования выполнялся под руководством А. И. Тумакова и И. И. Усова.

С 1960 г. на «Красном Сормове» началось строительство дизель-электрических паромов для перевозки железнодорожных вагонов, автомобилей и пассажиров на линии Баку—Красноводск. Этот «мост» через Каспийское море в несколько раз сократил обходной путь железнодорожных составов. Авторы проекта и рабочих чертежей судов этого типа — коллектив конструкторов ЦКБ (ныне «Волгобалтсудопроект») во главе с А. С. Рачковым. Постройкой паромов руководили строители С. П. Волков, Б. П. Шайдаков и В. П. Заикин. По размерам, насыщенности механизмами и объему отделочных работ паром представляет собой крупное сооружение: длина 133,8 м, ширина 18,32 м, высота борта до вагонной палубы 6,2 м, полное водоизмещение при осадке 4,4 м 6050 т. Энергетическая установка общей мощностью 5400 л. с. (три дизеля ЗД100) позволяет развивать скорость 16 уз (с полным грузом длиннбазовых вагонов и 290 пассажиров). Для увеличения ширины вагонной палубы

борта выполнены с развалом 9°. Для улучшения маневренных качеств в носовой части корпуса установлено подруливающее устройство водометного типа с электродвигателем мощностью 360 квт. Первый паром «Советский Азербайджан» был сдан заказчику в 1962 г. и уже 10 лет успешно эксплуатируется.

Создание сормовскими судостроителями самоходного кранового катамаранного судна «Кёр-Оглы» водоизмещением 13 200 т с краном грузоподъемностью 250 т явилось новым большим достижением всего заводского коллектива (подробнее об этом уникальном судне см. «Судостроение», 1968, № 8, стр. 3). «Кёр-Оглы», вступивший в строй семь лет назад, успешно продолжает свою трудовую вахту на Каспии.

СОВЕТСКИЕ ПОДВОДНЫЕ МИННЫЕ ЗАГРАДИТЕЛИ

В. Н. Шевченко

УДК 623.829.3

Проект первого подводного минного заградителя, построенного в годы советской власти, был разработан группой специалистов под руководством главного конструктора подводных лодок профессора Б. М. Малинина. Головной корабль получил название «Ленинец», поэтому все остальные подводные лодки этого типа стали впоследствии называться «Ленинцами». Серийные минные заградители водоизмещением до 1100 т, обладавшие значительной автономностью плавания и довольно мощным вооружением, начали поступать на флот в 1933 г. В отличие от подводных заградителей дореволюционной постройки на новых кораблях был принят «сухой» метод размещения минного боезапаса. Минное устройство состояло из двух минных труб, располагавшихся внутри кормовой части прочного корпуса. В каждой из них размещалось по 10 специальных мин заграждения. Оборудование для сбрасывания мин вначале представляло собой систему штанг, снабженных особыми кулачками. Впоследствии ее заменили на более совершенную.

Испытания и первые месяцы эксплуатации подводных заградителей советской постройки показали, что они в основном удовлетворяли поставленным требованиям. В дальнейшем были разработаны две модификации проекта подводных заградителей типа «Ленинец», несколько



Подводная лодка типа «Ленинец».

отличавшихся от первых кораблей тактико-техническими характеристиками. Минное устройство на новых подводных кораблях почти не претерпело изменений, однако мины заграждения на них использовались более совершенные. Кроме того, дополнительно были установлены кормовые торпедные аппараты. Великая Отечественная война подтвердила эффективность боевого использования подводных минных заградителей типа «Ленинец».

За 120 лет морского судостроения на Волге сормовичи построили для Каспийского моря более 130 главным образом самоходных судов. Многие из них составляют гордость и славу советского судостроения.

ЛИТЕРАТУРА

История Красного Сормова. М., «Мысль», 1969.

Михалев В. М. Опыт по транспортированию глубоководных морских судов в условиях мелководья Волги. — «Судостроение», 1951, № 3.

Осмоловский А. К. О новых архитектурных типах нефтевозов для Каспийского моря большой грузоподъемности с малой осадкой. — «Судостроение», 1936, № 8.

Рачков А. С. Паром для Каспийского моря. — «Судостроение», 1960, № 7.

Они успешно осуществляли минные постановки на всех театрах боевых действий.

Помимо специальных подводных заградителей, советские судостроители в 1937 г. начали постройку больших крейсерских подводных лодок типа «К», также имевших минное устройство. Главным конструктором лодок этого типа был ныне инженер-контр-адмирал в отставке М. А. Рудницкий. Два первых корабля вступили в строй уже в 1939 г. При их постройке максимально использовался накопленный ранее опыт подводного кораблестроения и последние достижения кораблестроительной науки и техники (в частности, была применена в значительных масштабах электросварка при изготовлении внутренних переборок, фундаментов, легких цистерн и т. п., использовались дизели большой мощности, более совершенные компрессоры воздуха высокого давления). Особенностью подводных кораблей этого типа являлось исключительно мощное артиллерийское и торпедное вооружение, наличие специального устройства для постановки мин заграждения. На подводных лодках типа «К» минный боезапас находился не в трубах, а в минно-балластной цистерне под третьим отсеком; внутри цистерны на рельсах в два ряда размещалось 20 мин заграждения. В носовой ее части были предусмотрены два погрузочных люка для мин, а в днище кормовой части — два других люка, через которые осуществлялось сбрасывание мин. К этим люкам мины подавались на тележках по рельсам с помощью специального тросового устройства с электрическим приводом.



Конструктор первых советских подводных лодок профессор Б. М. Малинин.

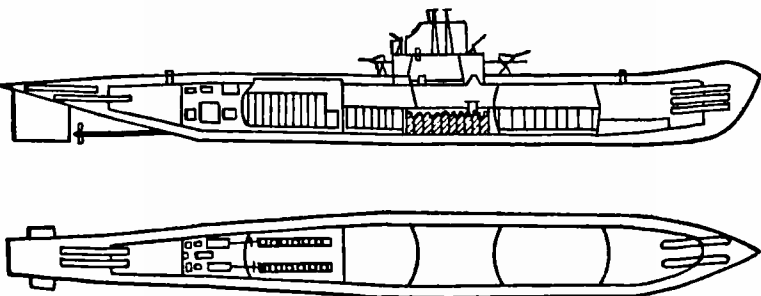
Грозное триединство (торпедное, минное и артиллерийское оружие) увеличило боевые возможности океанских подводных лодок типа «К», которые заслуженно назывались подводными крейсерами.

Грозное триединство (торпедное, минное и артиллерийское оружие) увеличило боевые возможности океанских подводных лодок типа «К», которые заслуженно назывались подводными крейсерами.

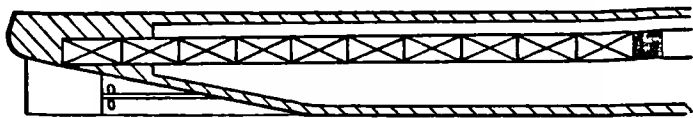
Конструктивные и тактические достоинства проекта успешно использовались подводниками в ходе боевых действий. Лодки типов «Ленинец и К» по ряду тактико-технических данных превосходили аналогичные подводные корабли зарубежных флотов.

Кроме подводных минных заградителей отечественной постройки в состав Краснознаменного Балтийского флота незадолго до начала Великой Отечественной войны вошли два бывших эстонских подлодки минных заградителя «Кале» и «Лембит». Эти сравнительно но-

вые полуторакорпусные подводные лодки среднего водоизмещения, вооруженные носовыми торпедными аппаратами и автоматической пушкой на убирающемся лафете, имели в бортовых балластных цистернах вертикальные минные шахты (по 5 шахт с каждого борта). В каждой



Подводная лодка типа «К» (схема размещения мин в прочной минно-балластной цистерне под центральным постом).



Размещение мин в горизонтальных трубах в прочном корпусе минного заградителя типа «Л».

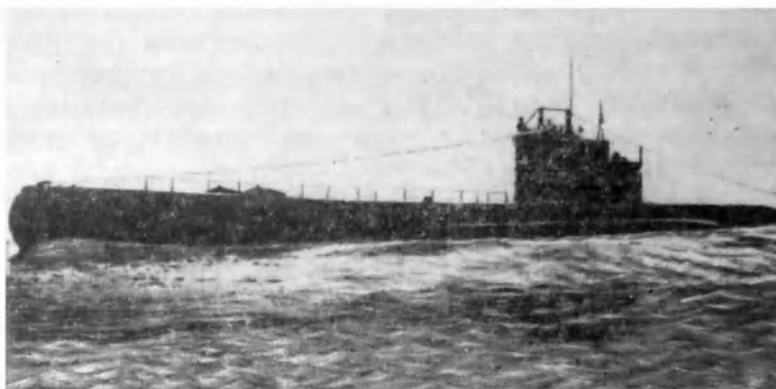
шахте размещалось по две мины, удерживавшиеся вертикально с помощью системы поворотных кулачков. Все шахты сообщались с забортной водой, а управление постановкой мин осуществлялось изнутри прочного корпуса лодки с помощью гидравлической системы. Бортовое расположение мин оказалось удачным, поскольку их вынос из прочного корпуса при небольших габаритах заградителей позволил рационально использовать внутренние помещения для других целей.

Советские подводные минные заградители вместе с подводными лодками-носителями мин играли важную роль в боевых действиях Советского Военно-Морского Флота в годы Великой Отечественной войны. Вот только один эпизод из их боевой биографии.

В кампанию 1942 г. обстановка в Финском заливе сложилась особенно тяжелой. Противник стремился полностью блокировать наши корабли в Кронштадте и Ленинграде: мощные противолодочные рубежи и минные поля, патрулирующие корабли и самолеты — все это, по мнению гитлеровцев, было непреодолимым препятствием для советских моряков. Однако, несмотря ни на что, наши подводные лодки продолжали действовать. В августе командир подводного минного заградителя Балтийского флота «Л-3» получил приказ скрытно преодолеть противолодочную оборону противника, разведать пути движения немецких конвоев в районе острова Борнхольм и по-

ставить на этих фарватерах минные заграждения. Торпедное оружие разрешалось использовать по усмотрению командира. Прибыв 24 августа в заданный район, подводники начали выполнение задания: на выставленных ими минах подорвались и затонули два вражеских транспорта. В том же районе (к западу от Борнхольма) наши подводники 27 августа обнаружили шедшие без огней три транспорта противника.

В результате точного четырехторпедного залпа два из них были потоплены. И это — итог только одного боевого похода «Л-3».



Подводный минный заградитель «Калев» (типа «Лембит»).

Вообще же этот подводный минный заградитель участвовал в боях с первых дней войны. Командовали им прославленные подводники, сначала капитан 2 ранга П. Д. Грищенко, затем Герой Советского Союза капитан 2 ранга В. К. Коновалов. За восемь боевых выходов на счету заградителя было свыше 10 потопленных кораблей и судов противника. Причем только четыре из них экипаж уничтожил с помощью торпед, а остальные подорвались и затонули на активных минных заграждениях, выставленных «Л-3». Родина высоко оценила боевое мастерство моряков этого подводного минного заградителя: им было вручено в общей сложности более 420 орденов и медалей. Подвиги 15 подводников отмечены высшей наградой Родины — орденом Ленина. 1 марта 1943 г. корабль стал гвардейским.

ЛИТЕРАТУРА

Боевой путь Советского Военно-Морского Флота. М., Воениздат, 1967.

Советские подводные лодки. — «Морской сборник», 1967, № 7.

Трусов Г. М. Подводные лодки в русском и советском флоте. Л., Судпромгиз, 1963.

ЦГА ВМФ, ф. 4с, оп. 1, д. 80, л. 13.

ЦГА ВМФ, ф. 13/132 с, оп. 001048/21, д. 976, л. 2—4.

МОРЕХОДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ МЕХАНИКА САМОЙЛОВА

М. Э. Гузе

УДК 629.12 05:18

С именем талантливого механика первой половины XIX в. Андрея Васильевича Самойлова (1790—1871 гг.) связано создание при Адмиралтейских Ижорских заводах «инструментального заведения», сыгравшего большую роль в развитии русского морского приборостроения. Приборы, изготовленные в этой мастерской под руководством А. В. Самойлова, помимо их высоких технических достоинств и глубокой проработки конструк-

тивного решения, отличались особой эстетической выразительностью форм. Именно эти особенности привлекают к приборам А. В. Самойлова внимание современных специалистов.

Сведения о первых годах жизни Андрея Васильевича Самойлова крайне скупы. Известно лишь, что он родился под С.-Петербургом в семье мастерового. Окончив в Петербурге народную школу, Самойлов в 11-летнем возрасте начал трудовую жизнь, поступив в бывшую интендантскую службу писцом. Через три года «за уменьшением в оной штата» мальчик был переведен на работу в «заведение мореходных, физических и математических инструментов» (см. журнал «Судостроение», 1971, № 6, стр. 66). Благодаря выдающимся способностям и трудолюбию, Андрей Самойлов получил звание «физического ученика 3 класса». В 1809 г. мастерская вошла в состав только что созданного Паноптического института (см. журнал «Судостроение», 1970, № 9, стр. 48). После пожара

1818 г., нанесшего серьезный ущерб институту, уцелевшее оборудование мастерских передало Адмиралтейским Ижорским заводам.

В 1819 г. Самойлов получил звание «физического мастера», а в следующем ему было поручено «главное смотрение за сим заведением». С этого момента Андрей Ва-

сильевичем в 1838 г., и забортный механический лаг изготавления 1845 г. (рис. 2). Забортный счетчик имеет красивую обтекаемую форму, обусловленную способом его использования. Остроумна весьма простая конструкция пружинного затвора в верхней коробке прибора. Конструктивное решение механического лага предусматривает четкое выражение функционального назначения составляющих его частей.

Интересны компасы Самойлова (рис. 3, 4). Изобретательно сконструированы соединения их металлических частей. Удобны и просты зажимающие винты, шарнирное крепление рамок пеленгатора, кольцо, удерживающее индикатор компаса, выполненный в виде вертикальной плоской пластинки. Разнообразны по рисунку картушки компасов, имеющие черный или белый фон. Как правило, картушки украшены изысканным орнаментом, который, однако, не мешает считыванию показаний прибора. Изготавливал Самойлов компасы и с прозрачными картушками с подсветкой фонарями, имеющими рефлекторы. Интересна конструкция подвесного компаса с подсветкой, выполнявшего одновременно и роль колющего светильника. Этот прибор был успешно испытан в Кронштадте в морских условиях.

Самойлов занимался изготовлением компасов всю жизнь — даже после ухода в отставку в возрасте 70 лет он сконструировал компас на амортизаторах: прибор устанавливался на четырех медных трубчатых опорах со спиральными пружинами и освещался двумя фонарями. В 1860 и 1861 гг. прибор успешно прошел испытания на бриге «Филоктет» и на транспорте «Красная Горка». На всех компасах Самойлова укреплялись медные пластинки различной конфигурации с выгравированной надписью с указанием даты выпуска. Эти пластинки служили своеобразным украшением прибора.

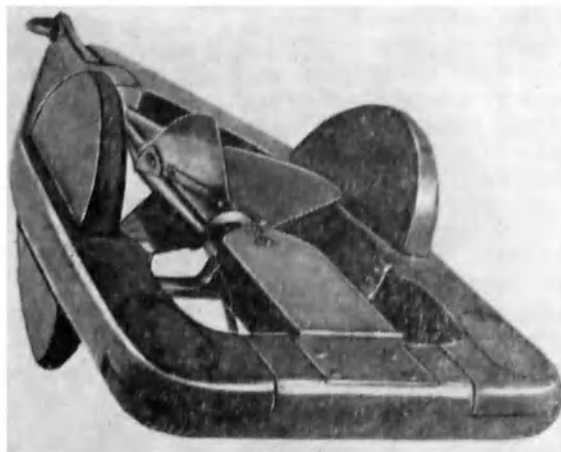
Кроме компасов, Андрей Васильевич содал большое количество других морских приборов. В архивных документах упоминаются секстаны, инклинометры (приборы



Забортный счетчик (1838 г.).

сильевич становится фактическим руководителем мастерской. Вместе с 50 рабочими он работал по 11,5 часов в сутки, причем он не ограничивался общим руководством, а большую часть времени посвящал собственноручному изготовлению инструментов и приборов.

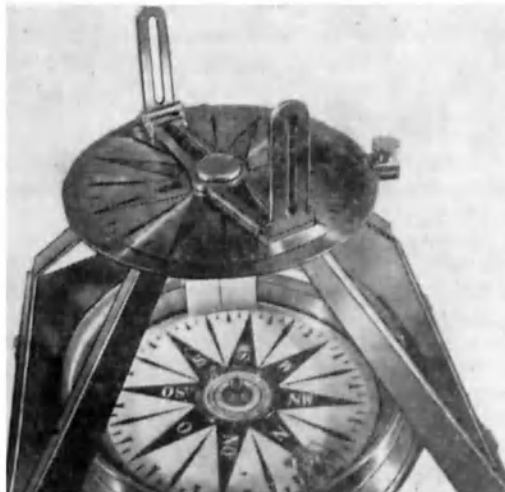
Период деятельности Самойлова в мастерской отмечен наибольшими достижениями русского морского приборостроения в XIX в. Уже на первой всероссийской промышленной выставке 1829 г. инструменты Самойлова удостоились высокой оценки. К Андрею Васильевичу начали поступать заказы даже от членов царской семьи. В 1829 г. мастерская выполнила заказ царя: за один месяц 27 мастеровых и учеников под руководством Андрея



Забортный механический лаг (1845 г.).



Морской компас (1852 г.).



Магнитный компас (1858 г.).

Самойлова изготовили набор серебряных чертежных инструментов из 27 штук, находившийся в одном футляре с карманным компасом. В корабельном фонде Центрального военно-морского музея (ЦВММ) в Ленинграде хранится несколько чертежных инструментов Самойлова, дающих представление о его выдающемся мастерстве. Представляет интерес готовальня из двух предметов — транспортира и циркуля со шкалой угла раствора. Предусмотрена возможность использования в циркуле прилагаемых к комплекту рейсфедера и карандашной трубки. Так же, как и в других хранящихся в фонде инстру-

ментах (циркуле, транспортире с подвижным фиксатором угла), здесь отчетливо видны конструктивно-эстетические особенности, превосходящие современные принципы эргономики. В частности, обращает на себя внимание пластичность формы инструментов, продиктованная требованиями удобства их использования (округлые вырезы для наиболее целесообразного положения руки, контрастирующие с прямолинейной формой, верно найденный масштаб конструктивных элементов и т. д.). Эти же черты проявляются практически во всех чертежных инструментах Самойлова. Несмотря на большое внимание к чертежным инструментам, все же главным делом жизни Самойлова было создание морских приборов. Данные о большинстве этих изделий находятся в Центральном государственном архиве Военно-Морского Флота в Ленинграде, а некоторые образцы хранятся в корабельном фонде ЦВММ. Среди них следует отметить забортный счетчик буксируемого механического лага (рис. 1), выполненный Андреем Василь-

евичем в 1838 г., и забортный механический лаг изготавления 1845 г. (рис. 2). Забортный счетчик имеет красивую обтекаемую форму, обусловленную способом его использования. Остроумна весьма простая конструкция пружинного затвора в верхней коробке прибора. Конструктивное решение механического лага предусматривает четкое выражение функционального назначения составляющих его частей.

для определения магнитного наклона), протракторы (прокладочные инструменты), клинометры (приборы для измерения крена или дифферента судна), кипрегели (геодезические инструменты для визирования точки на местности), лаги и лоты. Все эти приборы также отличались высоким качеством. Известный астроном Вишнеvский, ознакомившись с секстанами Самойлова, писал, что «отделка и выработка всех их металлических частей отменно хороша, так что ни мало не уступает английской».¹ Специальная комиссия, принимавшая приборы Самойлова в 1851 г., отмечала: «Господин Самойлов, как единственный из художников наших, старающийся об улучшении мореходных инструментов, заслуживает признательности наших мореплавателей».² Слово «художник» употреблялось в официальных документах в значении «искусный мастер» вплоть до середины XIX в. Так обычно называли мастеров народного прикладного искусства. За приборостроителями оно закрепилось в связи с тем, что, будучи выходцами из среды народных умельцев, эти мастера в условиях мануфактурного производства сохранили лучшие традиции народного творчества. Главная из этих традиций — умелое сочетание практических интересов с внешней выразительностью и привлекательностью изделия — наиболее ярко воплотилась в приборах и инструментах А. В. Самойлова.

В конце 50-х годов XIX в. производство морских приборов на Адмиралтейских Ижорских заводах значительно сократилось. Это, по-видимому, объяснялось расширением судостроительного производства на Ижоре, отвлекавшим основные силы и средства заводов. В 1859 г. мастерская мореходных инструментов была переведена из Колпина в С.-Петербург, в здание Главного Адмиралтейства. С переездом мастерской в столицу фактически заканчивается творческая деятельность Андрея Васильевича. Он не хотел уезжать из Колпина, понимая, что круг обязанностей заведующего мастерской, находящейся в

¹ ЦГАВМФ, ф. 402, оп. 1, 1847, № 1328, л. 4.

² Там же, 1851, № 534, л. 28.

МОДЕЛЬ „ИНГЕРМАНЛАНДА“ ПОСТРОЙКИ 1842 г.

На четвертой странице обложки журнала публикуется фотоснимок модели двухдечного трехмачтового корабля «Ингерманланд», построенного в 1842 г. в Архангельске. Это одна из наиболее полных и лучших старинных моделей Центрального военно-морского музея, хранящаяся здесь с 1925 г. Она выполнена известным судомодельным мастером И. Е. Егоровым в середине XIX в. из ценных пород дерева и слоновой кости. Корабль с полным парусным вооружением (28 парусов) представлен в 1:96 натуральной величины (корпус модели имеет длину 800 мм, ширину 180 мм и высоту от киля до планширя фальш-борта 160 мм; наибольшая длина модели с бушпритом 1000 мм, высота с грот-мачтой более 700 мм).

Несмотря на то, что «Ингерманланд» считается 74-пушечным кораблем, модель имеет в общей сложности 90 пушечных портов: по 30 на первом и втором деках (закрытые батареи), 16 на верхней палубе (открытая батарея), восемь внутри ютовой надстройки (закрытая батарея) и шесть на самом юте (открытая батарея). Лишь на 30 портах нижнего дека навешены ставни, а миниатюрные бронзовые пушки установлены в закрытых батареях.

Из элементов декора особенно выделяется кормовая раковина с тонко выпиленными из кости окнами салонов, над которыми отчетливо виден позолоченный двуглавый орел; такой же орел, вырезанный из кости и увенчанный короной со щитом и эмблемой, украшает нос модели. На верхней палубе расположены костяные кнехты, трапы, поручни, штурвал, световые люки и т. д., а также две пары шлюпбалок, шлюпка на баканцах за кормой, грузовые люки, косячные сетки, камбузная труба и др. Кроме того, имеются два станковых адмиралтейских якоря на крамболах и два запасных, закрепленных по-

здании Главного Адмиралтейства, не оставит времени для настоящей творческой работы. Но спустя несколько месяцев ему все же пришлось переехать в Петербург.

28 марта 1860 г. Самойлов вышел в отставку в звании генерал-майора. В последние годы своей жизни он продолжал неустанно трудиться над улучшением созданных им инструментов, не порывая связи с мастерской, в которой проработал непрерывно более 50 лет.

С именем замечательного русского механика-самоучки Андрея Васильевича Самойлова связана целая эпоха в истории морского приборостроения. Созданные им приборы и инструменты на протяжении многих десятилетий служили образцом высокого инженерного искусства.

ЛИТЕРАТУРА

Бардин А. Н. Краткий обзор развития отечественного оптического производства. — Труды МИИГА и К, 1954, вып. 18.

Бахрах А. М. Из истории оптического приборостроения. М., Машгиз, 1951.

Блиох М. М. Очерк развития отечественного производства штурманских приборов. — «Записки по гидрографии», 1949, № 1.

Блиох М. М. Мастера штурманских приборов. — «Морской флот», 1960, № 9.

Новокшанова З. К. Деятельность оптико-механической мастерской гидрографического управления Морского министерства. — Труды Института истории естествознания и техники АН СССР, 1957, т. 27.

Новокшанова З. К. Механик-самоучка Андрей Васильевич Самойлов. — Труды Института истории естествознания и техники АН СССР, 1959, т. 25.

Новокшанова-Соколовская З. К. Геодезические и мореходные инструменты. — Сб. «Научные приборы». М., «Наука», 1968.

Ченокал В. Л. Оптика в дореволюционной России (Краткий исторический обзор). — Труды Института истории естествознания и техники АН СССР, 1947, т. 7.

походному на фор-русленях. На гафеле бизань-мачты поднят Андреевский флаг.

В память о знаменитом «Ингерманланде» петровских времен (см. «Судостроение», 1972, № 4, стр. 68) корабельным инженером В. А. Ершовым 30 августа 1840 г. (по старому стилю) был заложен новый линейный корабль с таким же названием, но больших размеров (длина между перпендикулярами 54,2 м, ширина без обшивки 14,6 м, глубина трюма 5,8 м и водоизмещение 3500 т). Относительно артиллерийского вооружения данные весьма противоречивы. Указание в наименовании корабля «74-пушечный» еще не говорило о том, что он действительно имел 74 пушки. В те времена состав вооружения, как правило, не совпадал с проектным, меняясь в зависимости от исторической обстановки, от срока службы корабля, от калибра устанавливаемых на нем орудий. Судя по модели и другим материалам, можно предположить, что «Ингерманланд» имел в общей сложности до 90 пушек 18, 24 и 36-фунтового калибра.

Судьба этого корабля была весьма трагичной. Он потерпел одну из самых тяжелых катастроф, которую когда-либо знала история кораблекрушений времен парусного флота. На «Ингерманланде», вышедшем 24 июля 1842 г. из Архангельска в Кронштадт, кроме офицеров и матросов, находились их семьи, а также группа судостроителей, в том числе и сам строитель корабля полковник В. А. Ершов с женой и сыном, — всего около 900 человек. Попав в жестокий шторм, сбившись с курса, экипаж под командованием капитана 1 ранга П. М. Трескина несколько дней мужественно боролся с разбушевавшейся стихией. В условиях плохой видимости и сильного течения в проливе Скагеррак корабль 30 августа 1842 г. наскочил на подводные рифы, тогда еще не обозначенные на карте. Несмотря на большие пробоины в корпусе, моряки около двух суток поддерживали свое судно на плаву, надеясь спасти его. Но все меньше людей оставалось в строю, иссякали их силы.

Активное участие в спасении потерпевших кораблекрушение приняли жители Норвегии, у берегов которой разыгралась трагедия. Только капитан Андерс Бенсен доставил к берегу на своей шхуне 120 человек. В городке Мандала норвежцы снимали со шлюпок спасенных и на руках разносили их по своим домам. Всего осталось в живых более 500 членов команды и пассажиров «Ингерманланда», которые впоследствии с большой теплотой вспоминали о сердечности и радушии норвеж-

цев. Среди спасенных был и В. А. Ершов, потерявший в этой катастрофе сына.

Такова вкратце история «Ингерманланда», которая подробно описана в книге А. Л. Соколова «Летопись крушений и пожаров Русского флота от начала его до 1854 г.», опубликованной в С.-Петербурге в 1855 г.

Б. П. Левченко

ЖУРНАЛ „СУДОСТРОЕНИЕ“ 40 ЛЕТ НАЗАД

Сентябрьский номер журнала «Советское судостроение» за 1932 г. открывался статьей А. А. Моисеева «За качество советского судостроения». Автор проанализировал выводы Всесоюзной конференции по качеству советского морского судостроения, состоявшейся 1–4 августа 1932 г. в Ленинграде. «Выводы конференции, — говорилось в статье, — имеют для нас серьезное значение, так как они подводят итоги первой пятилетке советского судостроения в отношении его качества и дают ряд принципиальных установок по работе во вторую пятилетку». Среди важнейших мероприятий по улучшению качества судостроительной продукции автор отметил следующие: строгая специализация предприятий, расширение кооперирования промышленности, организация обмена опытом между заводами, усиление и упорядочение подготовки кадров, организация изучения причин брака и методов его предупреждения, укрепление связи между эксплуатационниками и поставщиками. Особое значение в повышении качества продукции придавалось наглядной агитации и пропаганде передовых технологических методов. В заключение автор выразил уверенность в том, что рекомендации конференции по качеству сыграют важную роль в повышении эффективности судостроительного производства во второй пятилетке.

Следующая статья номера, написанная Ю. В. Кривцовым, содержала описание нового малого мелководного бассейна в Ленинграде. Отметив ряд оригинальных устройств, установленных в бассейне, и изложив методику испытаний, автор подчеркнул, что испытания моделей судов в мелководном бассейне практически дают те же результаты, что и в глубоководном бассейне. В следующем материале «О вихревом сопротивлении коротких пластин и моделей при малых числах Рейнольдса» подверглись критике выводы специалистов Гамбургского бассейна, исследовавших сопротивление пластинок с закругленными и заостренными концами. В статье указывалось, что анализ этих выводов, а также большой опыт советских гидромехаников заставляет сомневаться в правильности некоторых положений теории Фруда. В заключении статьи, в частности, говорилось: «За сравнительно большой период времени безраздельного господства в практическом применении метода Фруда зарегистрирован ряд случаев, когда результаты подсчета сопротивления судна по испытаниям модели дают очень сильное расхождение с действительными значениями. Это дает основание полагать, что при некоторых размерах моделей и судов предположения Фруда качественно неверны. Дальнейшее изучение режимов обтекания и методов пересчета результатов испытания моделей на судно сводится к необходимости тщательного исследования вихревого сопротивления и вихреобразования за моделью и, в конечном счете, его влияния на волнообразование».

Весьма интересным для своего времени был опубликованный в журнале отчет о сравнительных испытаниях прочности одного клепаного и двух сварных фундаментов под вспомогательные судовые механизмы. Результаты испытаний убедительно показали преимущества

сварного фундамента: имея почти на 40% меньший вес по сравнению с клепаной конструкцией, сварной фундамент показал более высокую прочность.

В разделе «По советским верфям» были опубликованы результаты ходовых сдаточных испытаний нефтевоза «Союз металлистов» грузоподъемностью 10 000 т, построенного николаевскими судостроителями. Главными двигателями судна служили два дизеля общей мощностью 2800 л. с. при 110 об/мин, созданные также в Николаеве. Подробный анализ результатов испытаний показал, что нефтевоз «Союз металлистов», построенный из отечественных материалов и оборудованный механизмами советского производства, продемонстрировал весьма высокие эксплуатационные качества.

В отделе хроники был помещен краткий обзор производственной деятельности судостроительных заводов «Союзверфи» за 8 месяцев 1932 г. В обзоре отмечалось, что по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года объем продукции судостроительных заводов возрос на 12,5%. Ход выполнения 8-месячной программы давал основания надеяться на успешное выполнение годовой программы, предусматривавшей постройку 19 морских транспортных судов и 17 рыболовных траулеров.

Раздел «Хроника деятельности ВНИТОС» информировал читателей о составе правления Всесоюзного научно-инженерно-технического общества судостроения, избранного Всесоюзным съездом 1 июня 1932 г. Председателем правления был утвержден академик А. Н. Крылов, заместителями председателя — В. Л. Поздунин и И. И. Яковлев, ученым секретарем — Н. И. Олчи-Оглу. Членами правления были избраны Ю. А. Шиманский, В. Л. Сурвилло, П. Ф. Папкович, В. М. Керичев, Ю. В. Кривцов и другие. Здесь же помещена информация о постройке буксирных пароходов на заводе «Красное Сормово». В журнале опубликована фотография одного из буксирных пароходов сормовской постройки «Красный шахтер». Его длина составляла 65 м, ширина 9,8 м, высота борта 3,3 м, наклонная паровая машина тройного расширения производства завода «Красное Сормово» развивала индикаторную мощность 1200 л. с. Котельная установка с трехступенчатым подогревом питательной воды, подогревом воздуха и перегревом пара состояла из двух котлов с поверхностью нагрева по 200 м². На заводе было построено три таких буксирных судна. Ранее (в 1930 г.) завод построил 8 буксиров для Северолеса и Комилеса. Длина этих буксиров составляла 42 м, ширина 6,1 м, высота борта 2,1 м, осадка с 5-тонным запасом топлива 0,6 м. На буксирах устанавливалась главная паровая машина индикаторной мощностью 150 л. с. производства завода «Красное Сормово».

В заключение номера был напечатан текст Устава ВНИТОС, утвержденного Всесоюзным Советом научных инженерно-технических обществ 13 августа 1932 г. Одна из главных целей и задач ВНИТОС заключалась в требовании широко внедрять в производство достижения науки и техники, прорабатывать вопросы перестройки практики судостроения на основе полного использования преимуществ планового социалистического хозяйства, организовывать работу по марксистско-ленинскому изучению истории судостроения и т. д. Устав определил права и обязанности членов общества, его структуру, положение о краевых, областных и республиканских отделениях, о средствах общества и его юридических правах.



К VIII съезду НТО СП

ЗА ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В СУДОСТРОЕНИИ

Важнейшая задача всемерного повышения эффективности производства, поставленная XXIV съездом КПСС, определяет главное содержание деятельности всех организаций научно-технического общества судостроения. Решающим условием повышения эффективности общественного производства является ускорение научно-технического прогресса. Именно поэтому усилия многотысячного отряда ученых, инженеров, техников, передовиков-новаторов производства, изобретателей и рационализаторов, всех специалистов судостроения направлены на разработку и осуществление конкретных проблем технического перевооружения предприятий отрасли, внедрение новых прогрессивных технологических процессов, освоение производства новых сложнейших видов техники.

Итоги этой большой работы будут подведены на очередном VIII съезде научно-технического общества судостроительной промышленности имени академика А. Н. Крылова, который созывается в октябре этого года в Ленинграде. Съезду предшествовали отчетно-выборные собрания в первичных организациях, а также республиканская, краевые и областные конференции общества, участники которых активно обсудили деятельность советов и местных правлений по реализации решений XXIV съезда партии, обобщили имеющийся передовой опыт, подвергли критике недостатки в работе, наметив пути их устранения.

После VII съезда общества прошло более 4 лет. За это время секции, советы, творческие объединения НТО организационно окрепли, численно выросли, значительно повысили уровень и расширили масштабы своей работы. По сравнению с 1968 г. Общество по численности выросло в 1,5 раза. Вновь созданы 50 первичных организаций. Следует отметить, что только за последние два года свыше 30 предприятий, НИИ и КБ смежных министерств и ведомств (Министерства морского флота, рыбного хозяйства, речного транспорта и другие) вступили в юридические члены нашего Общества, что свидетельствует о повышении роли и авторитета организаций НТО СП в решении теоретических и практических проблем судостроения и судоремонта.

За последние 4 года секциями и комитетами Центрального Правления Общества проведено

10 научно-технических конференций и 16 научно-технических совещаний всесоюзного значения, многие из них с участием представителей Министерства судостроительной промышленности, Госплана СССР и других министерств и ведомств. Проведено также 6 симпозиумов и 21 семинар. Научно-технические конференции по теории корабля (руководитель секции к. т. н. Гирс И. В.), экспериментальной гидромеханике (руководитель комитета к. т. н. Прищемихин Ю. Н.), строительной механике корабля (руководитель секции д. т. н. проф. Калинин В. С.), конструированию скоростных судов с новыми принципами движения (руководитель комитета к. т. н. Зиганченко П. П.) стали традиционными. Они проводятся периодически через 1—2 года. Многие рекомендации этих конференций учтены в работе ряда НИИ и КБ нашей и других отраслей. Таковы, в частности, предложения о разработке критериев для методов исследования и расчета динамики судов, перевозящих сыпучие грузы, по исследованию динамической прочности судовых конструкций, а также по исследованию прочности корпусов транспортных судов при ударах на волнении и другие.

С учетом рекомендаций научно-технической конференции в соответствии с решением Министерства создается высокоэкономичная паротурбинная установка для крупнотоннажного танкера.

С учетом рекомендаций конференции по проектированию судов ведутся исследовательские и экспериментальные работы по созданию двухкорпусных промысловых судов и применению современных математических методов при проектировании.

На протяжении ряда лет научно-технической общественностью, объединяемой секциями технологии судостроения (руководитель доцент С. М. Турунов), технологии судового машиностроения (руководитель д. т. н. проф. Дорошенко П. А.), сварки (руководитель д. т. н. Руссо В. Л.), судовых систем и трубопроводов (руководитель к. т. н. Образцов Б. М.), совместно с Министерством проведены конференции и совещания, рекомендации которых способствуют осуществлению механизации тяжелых и трудоемких ручных работ в судостроении, созданию и внедрению в производство средств механизации и технологического оборудования, прогрессивных методов сварки корпусных конструкций, внедрению агрегатного метода монтажа механизмов и оборудования на судовых фундаментах, изготовления и монтажа судовых трубопроводов.

Рекомендации проведенной секцией надежности (руководитель к. т. н. Букалов В. М.) сов-

местно с Министерством научно-технической конференции по качеству и надежности транспортных и промысловых судов и приказ Министра, изданный по итогам конференции, определяют программу деятельности проектно-конструкторских, научно-исследовательских организаций и предприятий отрасли в деле повышения качества и надежности этих судов.

Рекомендации конференции, созванной комитетом по стандартизации (руководитель к. т. н. Титков Ю. С.) совместно с секциями местных правлений, направлены на привлечение научно-технической общественности к решению вопросов стандартизации судов и определяют основные направления технической политики в области стандартизации и специализации производства в судостроении.

Предложения научно-технических совещаний, организованных секцией судоремонта (руководитель доц. Борчевский О. А.), направлены на внедрение индустриальных методов ремонта судов, совершенствование процессов очистки и окраски корпусов судов, сокращение сроков и стоимости ремонта судов, повышение их ремонтпригодности. Отдельные рекомендации совещаний по судоремонту учтены в директивных документах Госплана СССР.

Секция приборостроения и автоматизации (руководитель д. т. н. проф. Фрейдзон И. Р.) провела несколько конференций и совещаний, способствующих активизации ученых и специалистов этой области в решении вопросов, связанных с повышением эффективности комплексной автоматизации судов, созданием элементной базы и повышением надежности судовых систем автоматизации.

Большую работу по привлечению научно-технической общественности к активной творческой деятельности, направленной на техническое совершенствование производства, проводят специализированные секции и комитеты, созданные на предприятиях и в местных правлениях общества. К сожалению, некоторыми местными правлениями НТО СП (Эстонским, Приморским, Московским) пока уделяется мало внимания созданию и активной творческой деятельности секций.

Необходимо отметить, что государственные и хозяйственные органы стали более внимательно относиться к рекомендациям научно-технической общественности, принимая конкретные меры к их осуществлению. В то же время практика показывает, что и организациям НТО СП надо постоянно заботиться о реализации принятых на конференциях рекомендаций. Об этом с особой озабоченностью говорилось на прошедших отчетно-выборных собраниях и конференциях. Отмечалась необходимость повышать конкретность и содержательность принимаемых рекомендаций, что будет способствовать повышению их эффективности.

Центральное правление привлекало научно-техническую общественность к разработке и участию в реализации важных для отрасли проблемных вопросов. Так, для успешного выполнения программы судостроения, а также для обеспече-

ния дальнейшего пополнения транспортного и промыслового флота новыми современными судами, силами ученых и специалистов секций судовых турбинных установок (руководитель д. т. н. проф. Курзон А. Г.) и судовых двигателей внутреннего сгорания (руководитель д. т. н. проф. Ваншейдт В. А.) подготовлены рекомендации по созданию и освоению отечественной промышленностью новых высокоэффективных главных судовых энергетических установок. На основе этих рекомендаций Центральное Правление внесло соответствующие предложения в Госплан СССР.

Важнейшее значение имеет деятельность первичных организаций Общества. К сожалению, Общество недостаточно привлекает к активной деятельности в своих организациях инженерно-техническую молодежь и высококвалифицированных рабочих — новаторов производства. Недостаточно привлечены к работе в Обществе специалисты предприятий, НИИ и КБ судового машиностроения и приборостроения.

Следует отметить, что творческая активность научно-технической общественности значительно возросла в тех первичных организациях, которые приняли на себя и успешно осуществляют функции производственно-технических советов предприятий. Председателями советов НТО на этих предприятиях, как правило, избираются главные инженеры или их заместители, и это определило возможность проведения советами НТО единой технической политики на заводах. Повысился авторитет совета НТО, так как он стал основным органом в рассмотрении, подготовке и осуществлении многих важных производственно-технических и экономических вопросов, и его рекомендации, как правило, являются основой для принятия директором окончательного решения по этим вопросам.

В планах работы и в практической деятельности советов НТО заводов «Красное Сормово», Черноморского судостроительного, Адмиралтейского, «Ленинская кузница» и Ленинградского судостроительного имени А. А. Жданова главное внимание уделяется коренным вопросам технического совершенствования производства и реконструкции предприятий, внедрению новой техники и научных достижений, разработке и внедрению более совершенных форм хозяйствования, лучшему использованию основных фондов, повышению производительности труда и рентабельности работы.

Советы НТО принимают самое активное и непосредственное участие в подготовке и осуществлении планов научно-исследовательских работ и внедрения новой техники на предприятиях через специализированные секции, творческие бригады и общественные творческие объединения. Как правило, проекты планов внедрения новой техники на предприятиях утверждаются директором только после рассмотрения и одобрения их на совете НТО. Выполнение наиболее важных позиций планов научно-исследовательских работ и технического прогресса находится под постоянным контролем администрации и совета НТО.

При подготовке к обсуждению производственно-технических вопросов советы НТО привлекают секции по специальностям, что позволяет решать эти вопросы более квалифицированно и технически грамотно.

Практика показала, что работа секций и общественных творческих объединений на этих мероприятиях проводится активно, на более высоком техническом уровне и увязывается с решением конкретных задач технического прогресса.

Круг вопросов, обсуждаемых на заседаниях советов НТО, осуществляющих функции производственно-технических советов предприятий, значительно расширился, обсуждаются не только вопросы внедрения новой техники и научных достижений в производство, но и вопросы, связанные с повышением технических знаний и деловой квалификации членов Общества, и другие. Такая зарекомендовавшая себя на деле практика деятельности советов НТО заслуживает одобрения и дальнейшего распространения.

С целью повышения эффективности научных и проектно-конструкторских разработок и ускорения внедрения их в производство практикуется творческое содружество советов НТО при промышленных предприятиях с советами НТО НИИ и КБ.

Специалисты Рыбинского судостроительного завода им. Володарского и Астраханского морского судостроительного завода совместно с учеными, конструкторами и технологами ЦНИИТС провели большую экспериментальную работу и впервые в отечественном судостроении осуществили стыковку судов на плаву из двух частей.

В порядке творческого содружества советов НТО (председатель совета М. В. Орлов) и завода «Красное Сормово» (председатель совета Б. В. Забегалов) закончены работы по отработке метода математического определения обводов, формы и конструкции корпуса судна, обеспечивающего на судостроительных предприятиях внедрение всего комплекса плазовых работ с применением ЭВМ и вырезку деталей на машинах с программным управлением.

Серьезную задачу по сокращению сроков и стоимости испытания судов решил совет НТО киевского завода «Ленинская кузница» (председатель совета М. Д. Максименко) в содружестве с советом НТО ЦНИИ ТС. В порядке участия в выполнении плана технологического прогресса завода разработаны и внедрены имитационные методы приемо-сдаточных испытаний всего комплекса оборудования серийных судов на акватории завода без выхода в море.

В результате творческого содружества ученых со специалистами завода им. 61 коммунара решена важная для судостроителей техническая проблема спуска судов с наклонных стапелей на антифрикционной пластмассе.

Творческое содружество ученых и специалистов предприятий, положительно зарекомендовавшее себя на деле, должно всячески поощряться и развиваться. В настоящее время в организациях НТО созданы и работают свыше 2000 общественных творческих объединений (общественные КБ

и ТБ, общественные бюро экономического анализа и другие).

Важной формой работы организаций НТО в целях привлечения широкого круга специалистов к решению задач научно-технического прогресса, к внедрению новой техники и научных достижений в отечественное судостроение являются проводимые совместно с Министерством и ЦК профсоюза общественные смотры и конкурсы. Как показывают итоги, эти смотры и конкурсы оказывают положительное влияние на досрочное выполнение планов новой техники.

Научно-технический прогресс требует постоянного обновления и повышения знаний специалистов и деловой квалификации рабочих. В этих целях на крупных предприятиях при местных правлениях НТО создано более 20 общественных народных университетов технического прогресса и экономических знаний, проводятся семинары, курсы, лекции и доклады по актуальным вопросам. Разработаны типовые программы и учебные планы народных университетов. Положительный опыт работы по повышению технических знаний специалистов накопили народные университеты, созданные при Черноморском межобластном правлении НТО, на Волгоградском и Выборгском судостроительных заводах, заводе «Красное Сормово» и др.

Перед организациями НТО по-прежнему стоят задачи уделять постоянное внимание пропаганде достижений науки, техники и передового опыта, повышению уровня технических знаний и производственной квалификации, развивать деятельность общественных бюро технической информации.

Сейчас на предприятиях отрасли по инициативе НТО получила распространение практика составления инженерно-техническими работниками личных и коллективных творческих планов, в которых находит отражение конкретное участие, творческий вклад ИТР — членов НТО в повышение технического уровня производства, в выполнение планов научно-исследовательских работ и внедрения новой техники, в решение технических вопросов по ликвидации «узких» мест производства.

На протяжении всего отчетного периода регулярно проводились пленумы Центрального и местных правлений, а также заседания президиумов правлений НТО СП. Предметом обсуждения на пленумах Центрального Правления общества были актуальные важные вопросы, в том числе:

«Перспективы развития отечественного судостроения в девятой пятилетке»;

«Пути повышения эффективности работы проектно-конструкторских организаций отрасли»;

«Задачи Общества по реализации решения ЦК КПСС «Об улучшении экономического образования трудящихся»;

«Задачи НТО СП по развитию технического прогресса отрасли в связи с решениями XV съезда профсоюзов СССР»;

«О творческом участии организаций НТО СП в социалистическом соревновании по достойной

встрече 50-летия образования СССР на заводе «Красное Сормово», Черноморском судостроительном заводе и в ЦНИИ ТС».

Следует отметить, что выполнены еще не все решения, предложения и рекомендации, принятые Центральным и местными правлениями. В ряде случаев Центральному и местным правлениям общества не удалось установить действенный контроль за своевременной реализацией своих рекомендаций. До сих пор недостаточно активизировали свою деятельность секции экономики судостроения и организации, управления и планирования производства. В частности, секции мало занимаются изучением и обобщением опыта работы созданных в последние годы научно-тех-

нических, производственно-технических и производственных объединений в ряде отраслей промышленности и в первую очередь в Ленинграде.

В девятой пятилетке перед научно-технической общественностью отрасли стоят большие и ответственные задачи по дальнейшему развитию научно-технического прогресса в судостроении. К своему VIII съезду все члены и организации научно-технического общества имени академика А. Н. Крылова приходят полные решимости добиться новых успехов в борьбе за осуществление исторических решений XXIV съезда КПСС.

П. П. Пустынцев,
председатель Центрального
правления НТО СП

ПЛЕНУМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРАВЛЕНИЯ НТО

23 мая 1972 г. в Ленинграде состоялся IX Пленум Центрального правления НТО судостроительной промышленности им. академика А. Н. Крылова. На Пленуме выступили председатель Центрального правления П. П. Пустынцев с докладом «О проведении VIII съезда НТО судостроительной промышленности» и член президиума правления А. И. Вознесенский с докладом «Задачи НТО СП по развитию технического прогресса отрасли в связи с решениями XV съезда профсоюзов СССР». В прениях выступили Н. М. Лужин, Н. В. Барабанов, С. И. Зайц, Л. Т. Рогоза, О. А. Борчевский, А. Г. Архангородский, А. А. Моисеев.

С сообщениями о творческом участии организаций НТО СП в социалистическом соревновании по достойной встрече 50-летия образования СССР выступили Б. В. Забегалов (завод «Красное Сормово»), А. А. Голобородько (Черноморский судостроительный завод), М. В. Орлов (ЦНИИ ТС).

Заместитель председателя ЦП НТО И. Н. Овчинников информировал Пленум об итогах выполнения тематического плана работы ЦП и бюджета за 1971 г.

После всестороннего обсуждения разбиравшихся вопросов участники Пленума единодушно высказались за принятие соответствующих решений.

Заслушав доклад П. П. Пустынцева, Пленум принял постановление о проведении 11—12 октября 1972 г. в г. Ленинграде VIII съезда НТО СП им. акад. А. Н. Крылова со следующей повесткой дня:

1. Отчетный доклад о работе ЦП НТО СП.
2. Отчетный доклад ревизионной комиссии.
3. Выборы ЦП НТО СП и ревизионной комиссии.
4. Выборы делегатов на IV Всесоюзный съезд научно-технических обществ.

Одобрив решения XV съезда профсоюзов СССР, обратившего особое внимание на медленное внедрение рекомендаций научно-технической общественности и недостаточное использование всех возможностей НТО для быстрого внедрения

в производство новой техники и научных достижений, IX Пленум ЦП НТО в постановлении «Задачи НТО СП по развитию технического прогресса отрасли в связи с решениями XV съезда профсоюзов СССР» наметил конкретные меры, направленные на устранение существующих недостатков в работе НТО. Пленум выдвинул в качестве важнейшей задачи местных правлений и советов НТО СП, их секций и комитетов, общественных творческих объединений и бригад, конкурсных и смотровых комиссий повышение инициативы и творческой активности ученых, инженеров, техников, передовых рабочих, всех членов НТО в техническом совершенствовании и повышении эффективности общественного производства. Пленум призвал научно-техническую общественность обратить особое внимание на выполнение планов и заданий девятой пятилетки.

Рассматривая социалистическое соревнование по достойной встрече 50-летия образования СССР как важный фактор в деле досрочного выполнения заданий второго года девятой пятилетки, Пленум одобрил опыт творческого участия организаций НТО СП завода «Красное Сормово», Черноморского судостроительного и ЦНИИ ТС в социалистическом соревновании. Пленум одобрил введенную на предприятиях практику составления инженерно-техническими работниками личных и коллективных творческих планов по техническому совершенствованию производства. Эта новая форма соревнования ИТР рекомендована IX Пленумом первичным организациям НТО как положительный опыт в деле обеспечения повышения экономической эффективности производства. В целях повышения роли и значения творческих планов членов НТО в обеспечении повышения эффективности производства Пленум рекомендовал президиуму Центрального правления провести в 1973 г. конкурс на лучший творческий план, разработанный и реализованный членами НТО.

Решения IX Пленума ЦП НТО, прошедшего в деловой обстановке, позволят всем членам НТО судостроительной промышленности еще активнее бороться за научно-технический прогресс, техническое совершенствование и повышение экономической эффективности производства, за досрочное выполнение заданий девятой пятилетки.

ОТЧЕТНО-ВЫБОРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ КАЛИНИНГРАДСКОГО ПРАВЛЕНИЯ НТО СУДПРОМА

9 июня 1972 г. в Калининграде состоялась отчетно-выборная конференция областного правления НТО судостроительной промышленности имени академика А. Н. Крылова.

Деятельность областного правления в последние годы отличается практической направленностью. Многие первичные организации общества имеют судоремонтный профиль, что и определяет круг основных проблем, решаемых Калининградским областным правлением НТО: ко-

ординация работ по судоремонту, проводимых на предприятиях разных ведомств; содействие в повышении технического уровня судоремонтных заводов; пропаганда передового производственного опыта. Большое внимание уделяется повышению роли и творческой активности членов НТО в изыскании резервов производства. Положительный опыт накоплен в деле изучения достижений передовых предприятий. Практикуется взаимное командирование ведущих специалистов предприятий, которые на месте знакомятся с передовым опытом, оказывают практическую помощь в решении производственных проблем. По результатам таких командировок принимается совместное решение советов НТО первичных организаций. Осуществление подобных мероприятий приносит

большую пользу производству. Значительна роль научно-технической общественности в дальнейшем совершенствовании работы отраслевой лаборатории эксплуатационной прочности промысловых судов, в исследованиях и строительстве катамаранных судов.

В 1971—1972 гг. при областном правлении НТО были созданы секции технологии судостроения и судоремонта, проектирования промысловых судов, эксплуатационной прочности судов флота рыбной промышленности, гидромеханики промысловых судов, судовых силовых установок и котлов. Значительное внимание уделяется повышению научно-технического уровня членов НТО. Проведены семинары по разнообразным вопросам, ряд крупных конференций и совещаний. Большой отклик у специалистов имело научно-техническое совещание по экспериментальным исследованиям прочности судовых конструкций, состоявшееся в июле прошлого года. На этом совещании с докладами и сообщениями выступили 93 специалиста. Это было первое в стране широкое совещание, посвященное развитию экспериментальных методов изучения прочности судов, направленное на совершенствование корпусных конструкций и уменьшение их веса.

Проведена большая работа по увеличению численности состава членов общества. Менее чем за два года он возрос в полтора раза. Важно отметить, что свыше трети всех членов общества составляет молодежь в возрасте до 28 лет.

СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ ПРИМЕНЕНИЯ ВИНТОВ РЕГУЛИРУЕМОГО ШАГА НА ТУРБИННЫХ СУДАХ

В апреле 1972 г. в Ленинграде состоялось научно-техническое совещание по проблемам применения винтов регулируемого шага (ВРШ) на современных турбинных судах, организованное секцией судовых турбинных установок Центрального Правления НТО судостроительной промышленности им. акад. А. Н. Крылова. В работе совещания приняли участие более 50 специалистов из Ленинграда, Москвы и Николаева.

Как отметил во вступительном слове председатель секции турбинных установок профессор А. Г. Курзон, за последние 15 лет достигнуты значительные успехи в конструировании ВРШ для судов с различными энергетическими установками. В настоящее время создаются судовые турбинные установки мощностью ~30 000 л. с. и выше с расчетом на применение ВРШ. Опыт эксплуатации советского газотурбохода «Парижская коммуна» и американского газотурбинного судна «Джон Сарджент» подтвердил высокие маневренные и эксплуатационные достоинства комплекса ГТУ—ВРШ. В паротурбинных установках применение ВРШ позволяет стабилизировать тепловой режим турбины и частоту ее вращения и открывает возможности дальнейшего повышения параметров пара и тепловой экономичности этих установок. В комбинированных газопаротурбинных установках задача обеспечения работы на общий редуктор газовых и паровых турбин, их маневров и реверса решается проще всего за счет применения ВРШ.

В докладе А. И. Козлова, Г. Ш. Розенберга и А. В. Сундукова рассматривались маневренные качества газотурбохода «Парижская коммуна» с ВРШ.

Было показано, что величина выбега судна при реверсе с полного хода недостаточно полно характеризует его маневренные качества.

При швартовках и прохождении узкостей наибольшее значение имеют реверсы с малых ходов на полный назад. Причем относительная мощность двигателя на этом режиме должна составлять не менее 65% от номинальной.

В докладе О. М. Аюбянца «Выбор оптимальной конструкции ВРШ для судов морского флота с мощностью главного двигателя 15—50 тыс. л. с.» было показано, что оптимальная конструкция ВРШ на большие мощности должна органически сочетаться с конструкцией главного двигателя. Докладчик рекомендовал располагать силовой цилиндр внутри ступицы винта в районе механизма поворота лопастей, а также размещать масловод не на линии валопровода, как это делается обычно, а на носовом торце выходного вала редуктора двигателя.

Хорошо организована работа по составлению и реализации личных творческих планов членов НТО. Конкретностью и актуальностью обязательств отличаются, в частности, творческие планы работников завода «Валтия». Есть в работе областного правления НТО и недостатки: слабое участие первичных организаций в научно-технических конкурсах; недостаточно активная работа секций, созданных при правлении; упущения в издательской деятельности и в отчетности по работе. Обо всем этом говорилось на отчетно-выборной конференции Калининградского областного правления НТО в докладах председателя правления д. т. н. профессора А. Г. Архангородского, председателя ревизионной комиссии В. Н. Машилова и в выступлениях представителей первичных организаций М. П. Ефимова, И. С. Кипниса, В. А. Болошина, В. Я. Розендента, В. П. Прохничча. На конференции выступили заместитель главного редактора журнала «Судостроение» Н. И. Алексеев и член Центрального правления НТО судостроительной промышленности В. Г. Кондратьева.

Конференция избрала новый состав Областного правления, ревизионную комиссию и делегатов на VIII съезд научно-технического общества судостроительной промышленности имени академика А. Н. Крылова.

Н. И. Алексеев

В докладе М. А. Гречина отмечалась недооценка проектирующими возможностей оптимизации совместной работы двигателя и ВРШ на различных режимах эксплуатации судна. Задача оптимизации сводится к подбору такого сочетания частоты вращения и шага ВРШ, которое соответствовало бы наиболее экономичному режиму работы энергетической установки. Наивыгоднейшие режимы обеспечиваются соответствующей настройкой системы дистанционного автоматического управления (ДАУ) по расчетным характеристикам. В докладе А. Г. Хорозянца и В. М. Ильина выявлены возможности повышения экономичности энергетических установок на частичных нагрузках за счет выбора оптимальной частоты вращения ВРШ.

В докладе А. Я. Спивака были детально рассмотрены особенности энергетической установки с ВРШ танкера «Крым». Доклад В. Н. Брызгина, В. В. Войтецкого, Е. Д. Гарбера, М. Э. Гольдберга, А. В. Игнатова, О. П. Корсакова, А. И. Шраера и В. Н. Юнга был посвящен опыту проектирования системы управления этой энергетической установкой. Успеху проектирования способствовали исследования поведения энергетического комплекса на электронной модели. Установлено, что принятая в установке система управления обеспечивает маневрирование без отключения от ГТЗА блока приводных вспомогательных механизмов. Специальный корректор шага ВРШ обеспечивает близкие к оптимальным положения лопастей для реверса и разгона судна.

В докладе В. М. Дерябина, М. Э. Гольдберга, А. В. Игнатова и О. П. Корсакова отмечалась целесообразность разогрева турбозубчатого агрегата перед набором нагрузки при фиксированном положении лопастей ВРШ, а также необходимость включения в систему управления электрогидравлического регулятора частоты вращения винта. Сообщение В. С. Юдовина о перспективах применения ВРШ на судах ледового плавания было посвящено анализу развития энергетических установок с ВРШ на ледоколах и ледокольно-транспортных судах. Этот анализ позволил сделать вывод о перспективности сочетания турбозубчатого агрегата с ВРШ для энергетических установок судов ледового плавания большой мощности.

В своем решении совещание отметило необходимость усиления работ по применению ВРШ на транспортных судах и рекомендовало проектирующим при разработке новых проектов транспортных судов прорабатывать параллельно вариант энергетической установки с ВРШ. Совещание рекомендовало также специализированным организациям ускорить работы по определению оптимальных конструкций ВРШ для морских судов большой мощности.

Б. С. Юдовин

ЧИТАТЕЛЬСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ В КЛАЙПЕДЕ

5 июня 1972 г. на судостроительном заводе «Балтия» состоялась конференция читателей журнала «Судостроение». В этом году коллектив завода отмечает свой 20-летний юбилей. Много средних и больших траулеров построено здесь для отечественного рыболовецкого флота. Сейчас ведется строительство головного посольно-свежеевского рыболовного траулера «Баренцево море». На заводе широко развернулось социалистическое соревнование в честь 50-летия образования СССР. Успехам коллектива во многом способствует внедрение новой техники, осуществление мероприятий по научной организации труда.

Первая читательская конференция на заводе прошла активно. В ее работе приняли также участие представители Западного судоремонтного завода и Клайпедского отделения института «Гипрорыбфлот». Открыл конференцию главный технолог М. П. Ефимов. Сообщение о работе журнала «Судостроение» сделал заместитель главного редактора Н. И. Алексеев. Выступивший затем начальник бюро изоляции покрытий и окраски Ю. Г. Головлев отметил улучшение содержания и оформления журнала и высказался за усиление публикации материалов прикладного характера. Среди тем, которые он рекомендовал для освещения в журнале, были названы такие, как очистка труб перед горячим цинкованием, окраска корпуса и нанесение мастичных покрытий при низких температурах наружного воздуха, отделка кают полиэфирными материалами, опыт выпуска товаров широкого потребления.

Начальник корпусного бюро В. Г. Мальгин советовал полнее показывать опыт зарубежного судостроения, больше внимания уделять проблемам совершенствования корпусоборочных работ, вопросам определения технического уровня производства. Начальник бюро маршрутной технологии В. М. Мануков рекомендовал освещать в журнале такие темы, как унификация изделий машиностроительного профиля, изготовление и монтаж узлов судовой вентиляции.

Главный инженер Клайпедского отделения «Гипрорыбфлота» А. А. Матвеев отметил несомненное улучшение содержания журнала и высказал предложения по дальнейшему совершенствованию его тематической направленности. По мнению А. А. Матвеева, следует больше внимания уделять результатам эксплуатации судов,



судовых конструкций и оборудования для учета полученного опыта при проектировании. Редко в журнале выступают известные ученые и ведущие специалисты по основным проблемам развития судостроительной науки и техники. В выступлении главного экономиста завода М. Г. Каткова содержалась просьба о включении в описательные статьи по новым судам сопоставительных технико-экономических данных. Один из старейших работников завода «Балтия» конструктор И. Ф. Черноусан говорил о необходимости повышения роли журнала в решении сложных и спорных технических вопросов. Начальник центральной заводской лаборатории Е. М. Суворовцева высказалась за открытие рубрики, посвященной методам контроля и испытаниям судостроительных материалов.

Главный технолог завода М. П. Ефимов отметил, что систематическое знакомство с разнообразными материалами, публикуемыми в журнале, позволяет специалистам быть в курсе современного состояния и перспектив развития судостроения. Журнал стал лучше по содержанию и оформлению, однако не все публикуемые в нем статьи рассчитаны на широкий круг читателей. Целесообразно обратить большее внимание на материалы прикладного характера, информацию о зарубежном судостроении, практические вопросы аттестации судостроительной продукции. В заключение представитель редакции ответил на вопросы участников читательской конференции.

Деятельность НТО

ОБСУЖДЕНИЕ КНИГ ПО ИСТОРИИ СУДОСТРОЕНИЯ

В последние годы на целом ряде судостроительных заводов страны созданы группы из ветеранов производства, которым поручены сбор и подготовка для опубликования материалов по истории своих предприятий. Трудно переоценить важность таких книг, написанных, как правило, непосредственными участниками событий, особенно в деле воспитания молодежи.

К сожалению, далеко не все материалы по истории заводов равноценны. Некоторые из них содержат неточности технического характера и неудачны по своей композиции. Поэтому надо признать правильным решение бюро секции истории Ленинградского областного правления НТО судпрома им. академика А. Н. Крылова

о предварительном просмотре и широком обсуждении рукописей по этой тематике. И это лишний раз подтвердилось при недавнем обсуждении книги Р. М. Тайц, Т. А. Ермолаева и В. А. Горюнова «Корабельщики Нарвской заставы», изданной таким авторитетным издательством, как Лениздат, под редакцией опытного издательского работника Г. О. Мишкевича. Несмотря на то, что книга вышла пять лет назад, обсуждение ее вызвало большой интерес со стороны судостроительной общественности, со своей оценкой книги выступили 15 человек.

В докладе, сделанном автором этих строк, отмечалось, что сам факт издания книги об истории Ленинградского судостроительного завода им. А. А. Жданова — явление положительное. Однако в ней содержится большое количество досадных неточностей, противоречий и неясностей. Это относится, в частности, к освещению обстоятельств гибели теплохода «Комсомолец», к спуску на воду первых рефрижераторов, к оценке результатов от применения электросварки при постройке первого полусварного траулера и анализу состояния

электросварки на Северной судостроительной верфи в 1925—1926 гг. При освещении истории постройки крупной серии рыболовных траулеров не отражены большие трудности и недостатки в организации производства, которые нередко приводили к срыву намеченных планов. Кроме того, приводятся неподтвержденные данные о сроках постройки первого комсомольского траулера, многие вопросы освещены недостаточно ясно. Большинство из отмеченных недостатков книги можно было бы избежать при более внимательном рецензировании и редактировании рукописи. К сожалению, налицо явная поспешность в ущерб качеству.

Выступивший затем один из авторов книги В. А. Горюнов рассказал об истории ее создания и причинах допущенных ошибок. В развернувшихся прениях с критическими замечаниями выступили члены исторической секции НТО Н. А. Залесский, Д. Н. Сагалович, О. Ф. Якоб, М. М. Дементьев, В. С. Фрумкин, М. Б. Роцин и другие.

В результате всестороннего обсуждения Секция истории решила рекомендовать создание новой книги по

истории завода им. А. А. Жданова на базе более полного и глубокого использования архивных и литературных источников. Наряду с квалифицированными историками, рекомендовалось привлечь к работе над рукописью и опытных специалистов-судостроителей.

Учитывая, что в ряде других книг по истории судостроения, выпущенных за последние годы, хотя в меньшей мере, но все же имеются аналогичные неточности и поверхностное изложение исторических событий, бюро исторической секции наметило в ближайшее время общественное обсуждение таких книг, как «История Балтийского завода» (I том), «Корабли и верфи» и другие. Кроме того, секция обратилась в Лениздат с просьбой передавать ей на рецензирование рукописи книг по истории тех предприятий, которые в той или иной мере участвовали в создании кораблей отечественного флота.

Н. П. Дубинин, член секции истории
Леноблправления НТО судпрома

*Никто не забыт, и
ничто не забыто*

ПАМЯТЬ ГЕРОЕВ—СВЯЩЕННА

Много лет прошло с тех пор, как отгремели последние залпы Великой Отечественной войны, но в памяти народной не меркнут имена тех, кто не вернулся с поля боя. Советские люди воздвигают памятники в честь героев, возлагают цветы на их могилы. Красные следопыты неутомимо воскрешают из безвестности новые имена. С особым чувством благодарности к павшим и живым героям войны отметил советский народ День победы. В публикуемой подборке рассказывается о том, как отметили этот день советские судостроители.



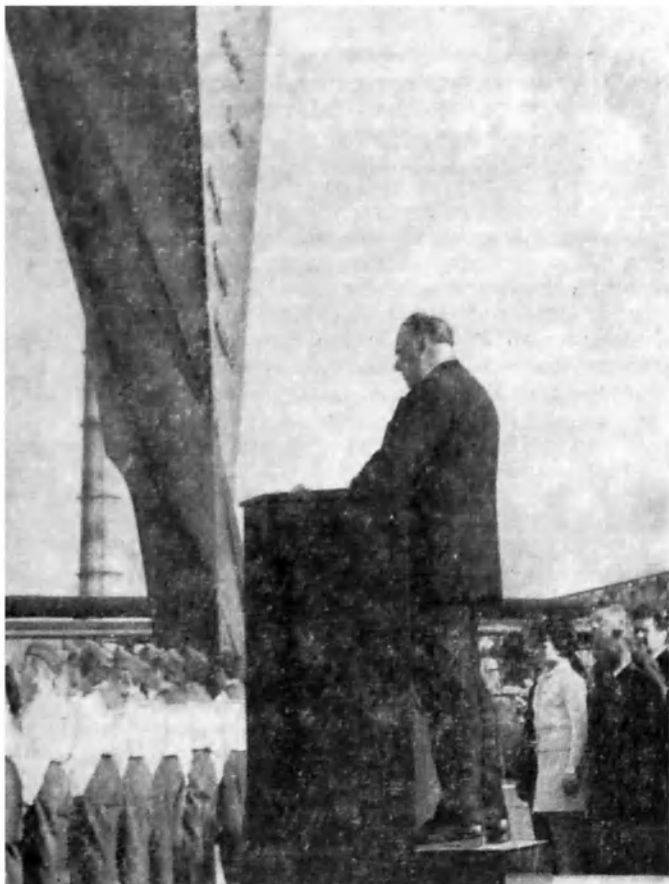
Митинг у памятной стелы на заводе им. А. А. Жданова.

Завод им. А. А. Жданова. 5 мая 1972 г. на площади у проходной завода была открыта стела в память о судостроителях, героически сражавшихся в годы Великой Отечественной войны и самоотверженно выполнявших заказы фронта под огнем врага, который только за время блокады обрушил на завод более 23 000 бомб и снарядов. На митинг, посвященный открытию стелы, собрались ветераны войны, молодежь, сотни трудящихся предприятия. Митинг открыл секретарь парткома завода А. Ф. Дубов. Бывший комиссар полка Ленинградской армии народного ополчения А. С. Ермолаев назвал имена судостроителей-коммунистов Виктора Мараева, Алексея Ратникова, Михаила Малетина, Евгения Грынаковского, Петра Никитина, Федора Круглова, комсомольцев Семена Когана, Бориса Белозерова, Игоря Малкова, Владимира Гамова, которые по первому зову партии вместе с тысячами других работников завода встали на защиту Родины. Ко дню открытия памятной стелы трудящиеся завода подготовили трудовые подарки, и главный из них — досрочная сдача сухогрузного теплохода «Красноярский комсомолец».

Право открыть стелу было предоставлено ветеранам войны и труда Герою Советского Союза М. А. Хлебникову, Герою Социалистического труда П. П. Лецкому, Г. Н. Васильеву, комсомолке Галине Тороповой, председателю завкома В. М. Бычкову, директору завода В. М. Яковлеву. Стела, сооруженная по проекту архитектора А. Г. Израилевича и скульптора К. М. Симуну, воспроизводит стремительно поднятую вверх, как на крутой волне, носовую часть корабля. Победителями конкурса на лучший текст надписи для стелы стали мастер

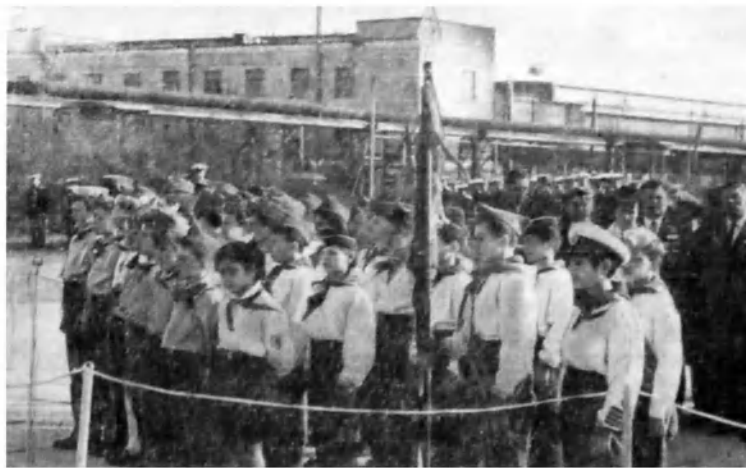


Письмо кораблестроителям двадцать первого века закладывает в стелу полный кавалер орденов Славы инженер И. И. Иванов.

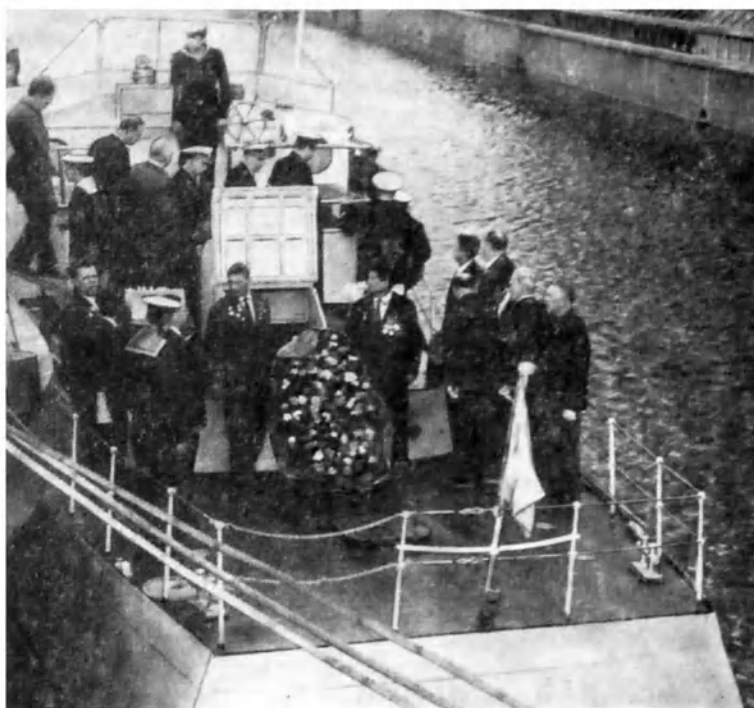


Выступление бывшего комиссара Ждановского полка Ленинградской армии народного ополчения А. С. Ермолаева.

В. В. Лавров и инженер А. А. Антонов. Этот текст гласит: «Корабелям, стоявшим насмерть, 1941—1945. Ставшим гранитом пред вражеской ордою за Ленинград, за народ, за завод. Вечная память павшим героям, вечная слава тому, кто живет». Текст продолжается на другой стороне стелы: «Отсюда в годы, в ночи, в дни шли в бой, шли в боль, шли на бессмертье отцы, солдаты, корабли». В основании стелы заложена капсула с письмом корабелям двадцать первого века. Капсула должна быть вскрыта в столетие со Дня Победы. Обращение к потомкам гласит: «Помните о миллионах павших героев из прошлого века. Их мужество, их подвиг были исполнены великого смысла. Подтвердите жизнью и делами своими, что эти жертвы были не напрасны. Мы верим вам, судостроителям 2045 года».



Выступление красных следопытов подшефной школы.



Подготовка венка для опускания в воды Финского залива в память о судостроителях, погибших на кораблях.

Группа ветеранов войны и молодых рабочих по давней морской традиции опустила венок в память павших в воды Финского залива. В майские дни группа ждановцев возложила венок на братскую могилу заводских ополченцев, героически погибших в боях у деревни Большие Угороды. Здесь, на Лужских рубежах начал свой боевой путь полк ждановцев и закончил его в Восточной Пруссии.

Балтийский завод им. Серго Орджоникидзе. В День Победы делегация балтийцев приняла участие в митинге у обелиска погибшим в г. Луге, где летом 1941 г. сражался 274-й отдельный артиллерийско-пулеметный батальон, сформированный из работников завода. Митинг открыл заместитель председателя исполкома г. Луги Е. В. Голубев. На митинге выступили секретарь Лужского горкома КПСС В. М. Гребнев, бывший партизан С. М. Беляев, секретарь парткома Балтийского завода В. К. Косенков, участники боев под Лугой и красные следопыты.

Лужане тепло встретили делегацию балтийцев, среди которых были ветераны-ополченцы А. П. Пушкарев, О. К. Орлов, А. В. Поставнин, В. И. Нечаев, З. И. Досычева и др. В этот же день состоялся митинг в районе поселка Пижма за Гатчиной на рубеже, где в 1941 г. сражался полк Балтийского завода. На митинге выступили председатель Гатчинского райисполкома И. А. Механиков, секретарь Гатчинского РК КПСС В. И. Прохо-



Торжественный марш военных моряков перед стелой.

ров, председатель Совета ветеранов войны Балтийского завода Герой Советского Союза В. М. Крылов.

В подшефной школе № 4 г. Ленинграда состоялось открытие музея ополченцев Балтийского завода, созданного красными следопытами с помощью ветеранов войны. Многие сделали для создания музея бывший боец заводского партизанского отряда «Дед Яков» Федор Павлович Котляров. На одной из витрин школьного музея подлинны предметы военного снаряжения, найденные на полях сражений под Пижмой, Гатчиной, Лугой. Немало потрудились, собирая экспонаты, пионеры Лена Козырева, Сережа Рябинин, Валерий Кашеев, Оля Воронина, Миша Иванов, Олег Зацепин и другие красные следопыты.

Адмиралтейский завод. В День победы адмиралтейцы собрались на торжественном митинге у заводского памятника, на котором начертаны слова: «Герои завода, бессмертен Ваш подвиг в сражениях жестоких, в труде вдохновенном во имя Великой Победы». В выступлениях звучали проникновенные слова признательности павшим в боях героям-адмиралтейцам. Группа ветеранов 264-го отдельного пулеметно-артиллерийского батальона возложила венки на могилы погибших бойцов. Позднее по плану военно-патриотической работы совета ветеранов состоялась экскурсия депутатов Смольнинского райсовета в район боевых действий батальона у Бабигонских высот. Ветераны Н. И. Семьянов, М. И. Коломенкова, П. И. Аврунин и А. С. Кузнецов рассказали депутатам о героизме ополченцев-судостроителей в грозном сорок первом году. Ветераны батальона приняли также участие в торжествах, посвященных 50-летию пионерской организации.

Севастопольский Морской завод. Немало ветеранов Отечественной войны работает на этом предприятии. По инициативе молодежи в честь Дня Победы здесь был проведен вечер под девизом «Фронтовики, надените орден». Ветераны войны и труда, тепло встреченные собравшимися, рассказали о своих боевых делах. С интересом слушала молодежь воспоминания ветерана войны слесаря С. Н. Киреева. О героической работе завода в грозные годы рассказал ветеран войны и труда К. И. Воронин. Строитель С. Я. Кулаев участвовал в штурме Берлина. Его взволнованное выступление было горячо встречено молодежью. Также успешно прошел устный

журнал «На страже Родины», посвященный Дню Победы. В выпуске журнала принимали участие воины подшефной части и молодые рабочие.

Херсонский судостроительный завод. На торжественное собрание, посвященное 27-й годовщине со дня Победы над гитлеровской Германией, собрались в красном углу цеха обработки металла ветераны войны, передовики производства, молодые рабочие. С докладом о Дне победы выступил секретарь партбюро цеха тов. Молодченко, который рассказал и о трудовых успехах бывших фронтовиков. Выступавшие дали высокую оценку производственной деятельности ветеранов войны, многие из которых удостоены наград за самоотверженный труд.

Ярославский судостроительный завод. В праздничный день к памятнику воинам-судостроителям пришли рабочие, служащие, заводская молодежь. В почетном карауле — ветераны войны и труда, воины Советской Армии, комсомольцы. На торжественном митинге выступили бывшие фронтовики Д. Я. Нужный, М. А. Багров и другие ветераны. Ярославские судостроители не только принимали участие в войне, но и своим трудом внесли немалый вклад в разгром фашистов. Так, в 1942 г. заводу было поручено построить и вооружить отряд боевых катеров для обороны Сталинграда. Работали круглосуточно. «Люди не уходили из цехов по неделям. Отдохнув тут же в цехе, снова брались за работу», — вспоминает бывший начальник цеха В. М. Ляпин. Построенные досрочно катера громили фашистов не только на Волге, но и на Днепре, Дунае и на Шпрее. Они участвовали в штурме Берлина. За успешное выполнение фронтового заказа 45 работников завода удостоились высоких правительственных наград.

Празднование Дня Победы на судостроительных предприятиях вылилось в яркую демонстрацию преемственности боевых и трудовых традиций судостроителей. Военно-патриотическая работа на примерах героических подвигов старших товарищей нынешних молодых корабелов служит благородному делу воспитания молодежи в духе беззаветной любви к Родине, преданности тем идеалам, за которые пролили кровь их отцы и старшие братья.

Фото С. С. Чистякова

ЗАРУБЕЖНАЯ ХРОНИКА

3 апреля 1972 г. в доке № 3 верфи Куре Шипярд компании Исикавадзима Харима Хэви Индастриз (Япония) заложен киль крупнейшего в мировой истории судна — супертанкера «Глобтик Токио» дедвейтом 477 000 т, заказанного английской судоходной компанией Глобтик Танкерс Лимитед (до сих пор первенство по величине занимал супертанкер «Ниссеки Мару» дедвейтом 372 400 т, построенный на верфи Куре Шипярд и сданный в эксплуатацию в сентябре 1971 г. — см. «Судостроение», № 10, 1971, стр. 15).

После постройки «Глобтик Токио» будет зафрахтован японской судоходной компанией Токио Танкер для перевозки сырой нефти из портов Персидского залива в Японию. За один рейс судно сможет перевезти 580 тыс. куб. м нефти («Ниссеки Мару» принимает на борт 470 тыс. куб. м). «Глобтик Токио» строится в доке верфи Куре Шипярд, который в июле 1973 г. должен быть готов к постройке судов дедвейтом до 800 000 т (к июню 1972 г. док планируется удлинить до 390 м и к июлю следующего года — до 510 м). Спуск супертанкера «Глобтик Токио» на воду намечен на октябрь 1972 г., сдача в эксплуатацию — на февраль 1973 г. Интересно отметить, что закладка супертанкера осуществлена на два месяца позже объявленного ранее срока, однако срок сдачи оставлен без изменения. Ориентировочная стоимость постройки судна 15 млрд. иен.

Компания ИХИ получила еще два заказа на супертанкеры дедвейтом 477 000 т — один от той же компании Глобтик Танкер и второй — от японской компании Токно Танкер («Nippon P. R. Counsellors», № 722, 4/IV, 1972).

В январе 1972 г. на гамбургской верфи компании Блом унд Фосс состоялся спуск на воду головного контейнеровоза «Гамбург Экспресс» — первого судна в серии из четырех контейнеровозов, строящихся для компании Хапаг/Ллойд. Это судно валовой вместимостью 55 400 рег. т является представителем «третьего поколения» контейнеровозов. Его длина составляет 287,5 м, ширина 32,2 м, осадка 12 м, вместимость — 1020 шестиметровых контейнеров на палубе и 1126 — в подпалубных помещениях. Особенностью нового контейнеровоза является его исключительно высокая скорость — 26 уз. Главными двигателями судна служат два турбозубчатых агрегата Сталь-Лаваль мощностью по 40 566 л.с. Пар будут генерировать два котла паропроизводительностью по 115 т/ч. Каждый турбозубчатый агрегат вращает пятилопастный гребной винт диаметром 6,15 м. Запас топлива в 11 000 т обеспечит судну дальность плавания 17 700 миль. Предусмотрена установка активных успокоителей качки с электронным управлением. Повышение маневренных качеств судна достигается за счет двух носовых подруливающих устройств с винтами регулируемого шага. Новый контейнеровоз планировалось сдать в эксплуатацию в июле 1972 г. («Hansa», 1972, № 3, стр. 208).

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ „МОРСКОЙ ФЛОТ“ НА 1973 ГОД!

Уважаемые товарищи!

С сентября этого года открывается подписка на журнал «Морской флот» на 1973 год. Многие из вас хорошо знакомы с его содержанием, а те, кто впервые пожелает ознакомиться с этим журналом, найдут в нем немало интересных статей, корреспонденций, очерков, зарисовок, рассказов о работе нашего торгового флота, экономическом образовании его кадров, замечательных революционных и трудовых традициях советских моряков, условиях их плавания в далеких морях и океанах, самоотверженном труде на благо Родины.

В журнале наряду с основными разделами, посвященными управлению и экономике, мореплаванию, технике и судоремонту, науке и учебным заведениям, зарубежным новостям, публикуется много и других материалов под рубриками «К ру-

бежам новой пятилетки», «Наш календарь», «Имя на борту судна», «Человек и его дело», «Из истории морского флота», «По закону морского товарищества», «Интернациональные связи», «Морские города СССР», «Книги, театр, кино», «В дальних плаваниях», «Искусство и море», «В кругу семьи» и др.

Журнал имеет цветную вклейку, на которой в 1973 г. будут публиковаться фоторепортажи и фотографии новых судов, механизмов и сооружений в портах, лучших людей флота.

На страницах журнала вместе с работниками морского транспорта выступают деятели науки, писатели-маринисты, журналисты.

Заблаговременная подписка на журнал обещает вам его своевременную и бесперебойную доставку.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Азовцев А. А., Алексеев Н. И. (зам. главного редактора), Андриутин В. И., Арнольд О. А. (зам. главного редактора), Архангородский А. Г., Ашик В. В., Балабаев Г. М., Барабанов Н. В., Белоусов И. С., Беляев Г. С., Благов В. А., Буров В. Н., Васильев Л. Г., Виноградов С. С., Вознесенский А. И., Воронцов А. Е., Голубев Н. В., Грибов В. М., Дорин В. С., Иванов В. В., Камешков К. А., Кезлинг Г. Б., Клейменов А. А., Клоков М. М., Луговцов Ю. П., Матвеев Г. А., Мещеряков В. В. (главный редактор), Мильский А. И., Моисеев А. А., Пустынцев П. П., Риммер А. И., Рудаков О. Б., Соколов Д. Г., Тышнюк Я. А., Феленковский И. В., Фирсов Г. А., Чувиковский В. С., Шамшин В. М., Шершнев В. Н., Юхнин Е. И., Яковлев Б. М.

На первой странице обложки журнала: «На судостроительном заводе» (фото М. Рысина); на третьей странице обложки: 58-пушечный корабль «Предестинация», построенный в Воронеже в 1698—1700 гг. (фоторепродукция В. Чернобровца со старинной гравюры); на четвертой странице: модель трехмачтового корабля «Ингерманланд» постройки 1842 г., хранящаяся в Центральном военно-морском музее (фото М. Рысина).

Вклейка о подписке на журнал «Судостроение» работы В. Пузанова.

Адрес редакции: 198095, Ленинград, Промышленная ул., 7. Телефон редакции 52-29-60, доб. 301, зам. гл. редактора 52-66-74.

Рукописи не возвращаются

Ответственный за выпуск ст. редактор Ю. М. Яковлев
Технический редактор В. М. Камолова

Художественный редактор В. Е. Пузанов
Корректоры В. Д. Макаров, В. И. Морева

Издательство «Судостроение»

Сдано в набор 18/IV 1972 г.

Подписано к печати 9/VIII 1972 г.

М-07399

Формат бумаги 60×90¹/₈.

Печ. л. 10¹/₄ (в т. ч. 2 вклейки+вкладка)

Уч.-изд. л. 11,6

Изд. № 2645-71

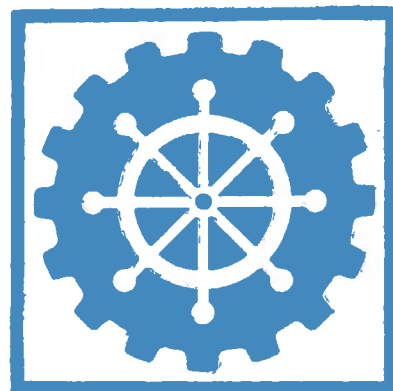
Тираж 10 700 экз.

Цена 40 коп.

Заказ 879.

Международная выставка судов, судовых механизмов и машин в Гамбурге

Экспоненты выставки — ведущие судостроительные страны мира. Они демонстрируют в Гамбурге современный уровень и тенденции развития судостроения и судовой техники



3—10 октября 1972 г.

Автоматизация с использованием электронных устройств; продукция верфей и предприятий судового оборудования — навигационные устройства, информационная техника, радио и радиолокационные приборы, главные судовые двигатели, специальные двигатели, рулевые устройства, гребные винты. Судовое оборудование с контрольно-регулирующей аппаратурой, палубные механизмы, агрегаты, аварийно-предупредительная сигнализация, насосы, компрессоры, различная арматура, теплообменные аппараты и холодильные установки, спасательные средства, судовые устройства.

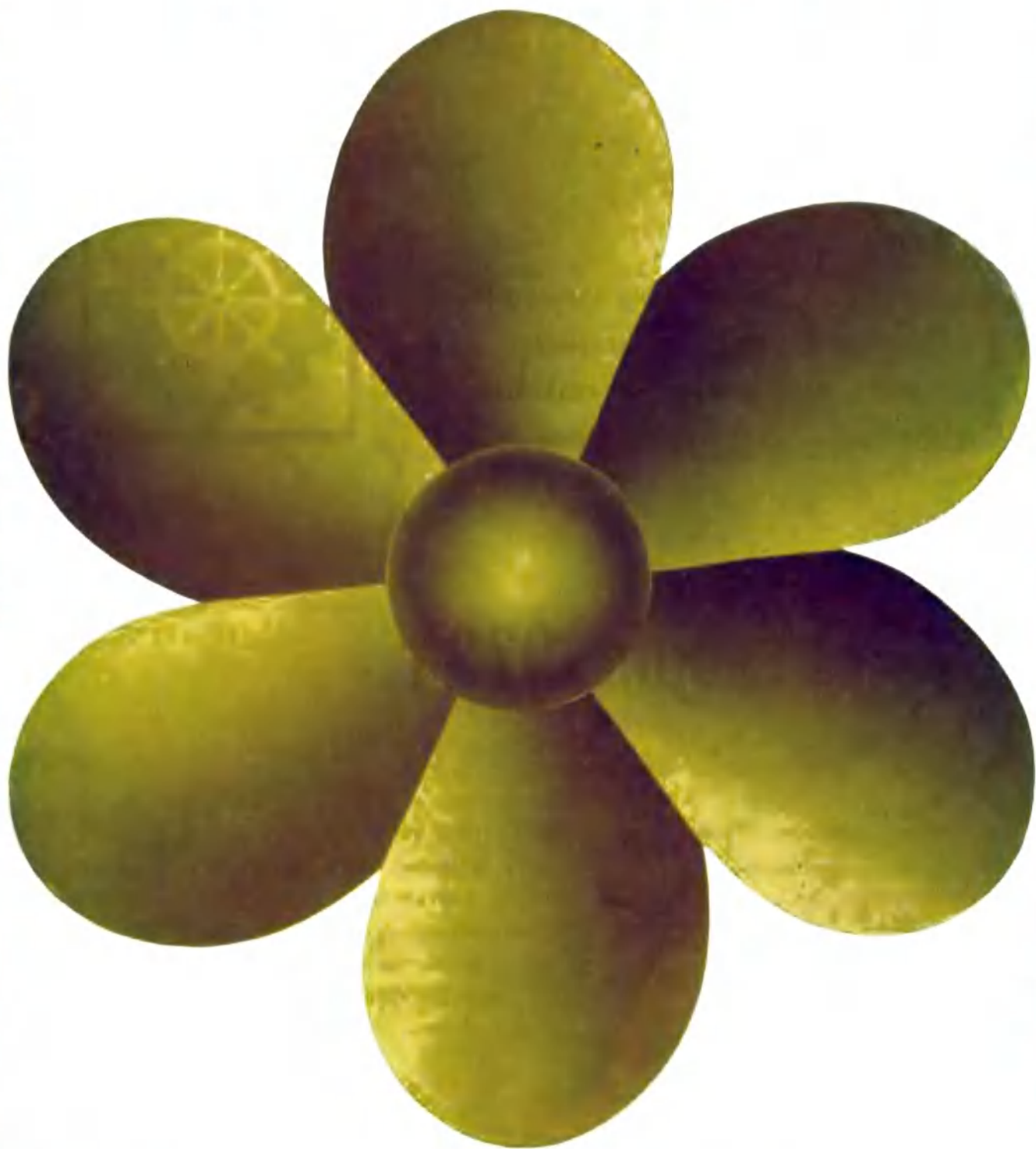
Информацию можно получить:

Schiff und Maschine—Hamburg Messe
D 2000 Hamburg 36, Bundesrepublik Deutschland

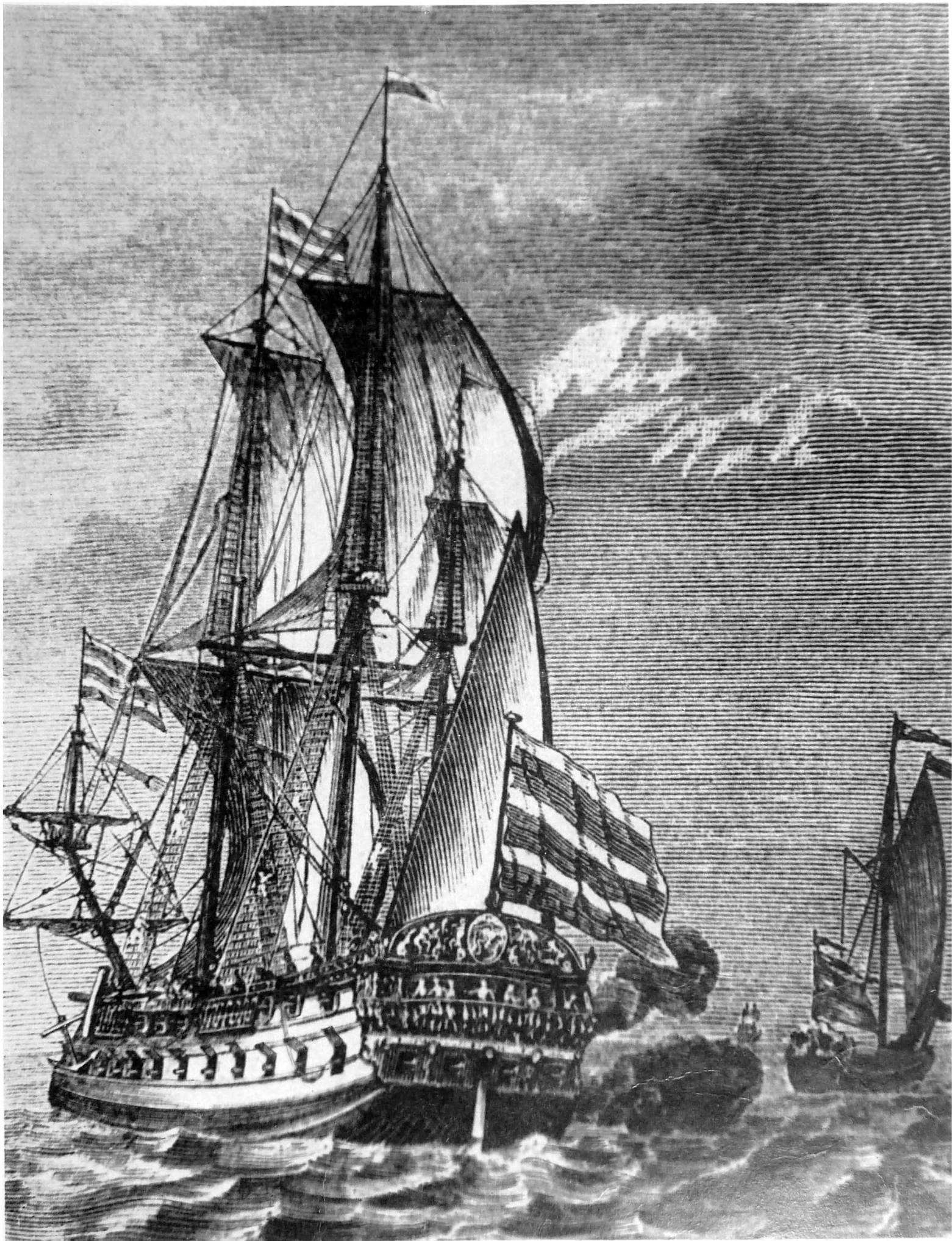
Федеративная Республика Германии

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ „СУДОСТРОЕНИЕ“

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ „СУДОСТРОЕНИЕ“



Подписная цена на год — 4 руб. 80 коп.



Цена 40 коп.
Индекс 70890

